

Die Ausstellung der Haarmann'schen eisernen Oberbau-Systeme in Osnabrück am 29. und 30. September 1884.

Vortrag, gehalten vom Ober-Ingenieur **Leopold Huber**, in der Fachversammlung der Bau- und Eisenbahn-Ingenieure am 15. Jänner 1885.

(Mit Zeichnungen auf Taf. XXII bis XXVII.)

Das Osnabrücker Stahlwerk hat in der ersten Septemberhälfte 1884 an die Eisenbahnen von Oesterreich-Ungarn, Deutschland, der Schweiz, Italien, Holland, Belgien, Dänemark, Schweden und Norwegen etc. die Einladung ergehen lassen, eine Ausstellung zu besichtigen und Versuchen beizuwohnen, für welche das Werk umfassende Vorbereitungen getroffen hatte.

Die Ausstellung, welche von circa 70 Ingenieuren besucht wurde, umfasste das ganze Eisenbahn-Oberbauwesen; es waren neben Systemen für Hauptbahnen, auch solche für Secundär-, Strassen-, Feld- und Grubenbahnen exponirt.

Alle diese ausgestellt gewesenen Systeme verdanken dem Director des Osnabrücker Stahlwerkes, Herrn Haarmann, ihr Entstehen, und werden im genannten Werke erzeugt, welches sich zur Zeit grösstentheils damit befasst.

Dies vorausgeschickt, soll nun sogleich auf die Beschreibung der einzelnen Systeme eingegangen werden, wobei es des Zusammenhanges wegen nicht ganz zu vermeiden sein wird, manchmal theilweise Bekanntes zu wiederholen. *)

Auf Taf. XXII ist in Fig. 1—15 das Haarmann'sche Querschwellen-System und zwar schon in einer vorgeschrittenen Phase der Entwicklung dargestellt. Im ersten Stadium desselben waren zur Erzielung der Neigung und Spurerweiterung zwischen Schiene und Schwelle gusseiserne Sättel in Anwendung, welche gegenwärtig und wie aus Taf. XXII, Fig. 1—15 ersichtlich, durch flusseiserne, jedenfalls betriebssicherere und widerstandsfähigere Hakenplatten, deren Erzeugung in der hier gezeichneten einfachen Form gelungen ist, ersetzt sind.

Das Profil der Querschwellen (s. Taf. XXII, Fig. 2 u. 14) ist charakteristisch für den Haarmann'schen Oberbau überhaupt. Dasselbe findet sich mit Ausnahme der neuesten Construction des Schwellenschienen- und des Tramway-Oberbaues, natürlich mit entsprechend veränderten Dimensionen, in allen Haarmann'schen Oberbau-Constructionen.

Die angewendete Querschnittsform wurde gewählt, weil beabsichtigt wurde, mit geringem Materialaufwande ein möglichst hohes Tragvermögen zu erreichen.

Auf den Querschwellen sind die Hakenplatten angebracht. Diese unterscheiden sich von den Unterlagsplatten anderer Construction wesentlich dadurch, dass sie in die Schwelle mit einem hakenförmigen Ansatz hineinragen, und dadurch gewissermaassen mit der ersteren verbunden werden.

Die obere Fläche der Platte ist nach der vorgeschriebenen Schienenneigung gewalzt; die Schiene liegt auf der Platte auf und ist mit der Schwelle auf der inneren Seite durch

die Klemmplatte und Schraube verbunden, während auf der äusseren Seite jede weitere Befestigung durch den oberen knaggenförmigen Ansatz der Platte entbehrlich ist. (Siehe Taf. XXII, Fig. 1, 3, 5, 7 und 9.)

Bei der neuesten Construction wird die Hakenplatte um die Querschwelle umgebogen, wie dies aus Taf. XXII, Fig. 13, 14 und 15 ersichtlich ist. Mit dieser Umbiegung soll jede Bewegung der Hakenplatte auf der Schwelle unmöglich gemacht werden.

Die in den Curven erforderliche Geleiserweiterung wird bei diesem Querschwellen-Oberbau durch drei verschiedene Formen der Hakenplatte und der Klemmplatte erzielt, während die Lochung der Schwellen, sowohl für die Gerade als auch für alle Bögen, immer die gleiche ist.

Die drei Sorten der Hakenplatten und Klemmplatten unterscheiden sich nur in Bezug auf den in die Schwellenlochung hineinragenden Ansatz. Bei den Hakenplatten hat derselbe immer die gleiche Stärke von 20 mm, ist jedoch in Bezug auf den hakenförmigen Theil anders gestellt. — Bei den Klemmplatten dagegen hat der in der Schwellenlochung hineinragende Ansatz eine verschiedene Stärke, u. zw. bei den Klemmplatten für die normale Spur (Taf. XXII, Fig. 4) eine solche von 10 mm; bei den zwei anderen Sorten hingegen (Taf. XXII, Fig. 6 und 8) eine solche von 15, beziehungsweise 20 mm.

Durch Combination der drei verschiedenen zusammengehörigen Plattenpaare lassen sich Spurerweiterungen von 5—20 mm erzielen.

Aus Taf. XXII, Fig. 16—19 ist der Haarmann'sche Langschwellen-Oberbau u. zw. in Fig. 16 und 18 wesentlich in der Form, wie er zuerst ausgeführt wurde, zu entnehmen. Man sieht die Langschwellen mit dem charakteristischen Profil; auf diesem sitzen direct die Schienen, welche mit den Schwellen beiderseits durch Klammern und durch eine, durch dieselben hindurchgehende Schraube verbunden sind; die einzelnen Langschwellen untereinander sind durch sogenannte Schwellenlaschen gekuppelt. Das Profil dieser Schwellenlaschen ist aus Taf. XXII, Fig. 16, ersichtlich.

Durch die Form der Schwellenlaschen wird gleichzeitig die vorgeschriebene Schienenneigung, und durch die, mit entsprechenden Ansätzen versehenen Verbindungsschrauben zwischen Querverbindung und Schwellenlasche, die in den Curven erforderliche Spurerweiterung erzielt.

Die am Schwellenstosse angeordneten Querverbindungen sind bestimmt, seitlichen Angriffen den entsprechenden Widerstand zu bieten.

Zur vollständigen Sicherung der Neigung des Gestänges nach der ganzen Länge und zur Erreichung eines möglichst grossen Widerstandes gegen seitliche Beanspru-

*) Heft VI, Jahrgang XXXVI. Ueber eisernen Oberbau vom Central-Inspector J. Rybař.

chungen sind in der Mitte zwischen den Schwellenenden, Schwellenstühle von derselben Form wie die Schwellenlaschen mit entsprechenden Querverbindungen angebracht.

Der Schienenstoss ist gegen den Schwellenstoss versetzt, so dass die widrigen Umstände des Schienen- und Schwellenstosses nicht unmittelbar in einem Punkte zusammentreffen.*

Diese ältere Construction hat seither bezüglich der Verbindung zwischen Schwellenlaschen und Querverbindungen, sowie rücksichtlich der letzteren selbst, einige nicht unwesentliche Modificationen erlitten (s. Taf. XXII, Fig. 17 u. 19).

So sind bei dem Langschwellen-Oberbau der k. Eisenbahn-Direction Berlin, über Vorschlag des Herrn Regierungs- und Baurathes Rock, statt der winkelförmigen, fischbauchförmige, in der Mitte versteifte Querverbindungen, und zur Befestigung der Querverbindungen mit den Laschen, Klemmplättchen und einfacher gestaltete Schrauben angeordnet worden. Gleichzeitig ist ein Fortschritt auch in der Richtung zu verzeichnen, dass an den Querverbindungen eine Niete angebracht ist, die einen viereckigen Ansatz besitzt, mit welchem sie in ein Loch der Schwellenlasche eingreift.

Tritt nun die Tendenz einer Längerverschiebung auf, so stemmt sich der Ansatz der Niete gegen die Schwellenlasche, so dass also der Widerstand der Querverbindung bei einer solchen Beanspruchung voll zur Geltung kommt.

Was die Frage anbelangt, ob die Querverbindungen beim eisernen Langschwellen-Oberbau zweckmässiger zwischen den Schienen, oder unter den Langschwellen anzubringen seien, so sind die Ansichten hierüber bekanntlich getheilt. Die Einen wünschen die Querverbindungen oben, weil sie sich hievon eine grössere Gewährleistung der Erhaltung der Spurweite versprechen, die Anderen haben die Möglichkeit einer Entgleisung im Auge und fürchten von oben angebrachten Verbindungen eine Verschärfung des Unfalles.

Bei den auf Taf. XXII, Fig. 16—19 dargestellten zwei Langschwellen-Systemen sind die Querverbindungen unten angebracht. Um aber auch den Wünschen derjenigen, welche die Querverbindungen oben angeordnet haben wollen, entgegen zu kommen, hat Haarmann die auf Taf. XXIII, Fig. 1—4 ersichtliche neue Construction ausgeführt.

Bei derselben wird zwischen Schiene und Querverbindung ein entsprechend gestaltetes Stück A (Taf. XXIII, Fig. 1) eingeschaltet, welches einerseits zur Verbindung der Schiene mit der Schwelle dient und andererseits die vorgeschriebene Neigung des Gestänges ermöglicht.

Die Querverbindung besteht aus einem Flacheisen, mit durch Schweissung gebildeten Winkeln an beiden Enden.

Da beim Oberbau im Allgemeinen, besonders aber bei dem eisernen Langschwellen-Oberbau, die Frage einer rationellen Entwässerung eine äusserst wichtige Rolle spielt, so musste besonders beim Langschwellen-Oberbau dieser Frage eine erhöhte Aufmerksamkeit zugewendet werden.

Haarmann hat mit Rücksicht hierauf bei der neuesten Construction seines Langschwellen-Oberbaues gusseiserne Entwässerungsröhren von dem aus Taf. XXIII, Fig. 3 ersichtlichen Profil angeordnet, deren Anbringung durch die Hinauflegung der Querverbindung wesentlich erleichtert wurde.

Diese Röhren sind etwas kürzer, als der untere Theil der Langschwelle breit ist (s. Taf. XXIII, Fig. 1 und 4) haben eine Neigung an 1:50 nach aussen und sind so angeordnet, dass in der Mitte zwischen zwei Röhren der einen Langschwelle, je eine solche unter der anderen Langschwelle sich befindet.

Auf Taf. XXIII, Fig. 5—10 ist ein Oberbau für Strassenbahnen dargestellt.

Dieser Oberbau datirt erst aus neuerer Zeit; es sind im Ganzen noch nicht vier Jahre verflossen, seitdem der erste Oberbau dieser Construction verlegt worden ist.

Die Thatsache allein, dass seit dieser kurzen Zeit bereits 316 km ausgeführt wurden, muss Veranlassung geben, diese Construction eingehend zu betrachten, und man wird finden, dass dieselbe wirklich allen Anforderungen entspricht.

Director Haarmann hat den Tramway-Oberbau in verschiedenen Profilen und Gewichten construiert.

Das schwerere oder leichtere Profil richtet sich lediglich nach dem Raddrucke der verkehrenden Fahrzeuge, namentlich darnach, ob der Oberbau mit Locomotiven oder mit Pferden befahren werden soll; sonst ist das System vollständig schematisch.

Dasselbe besteht in seiner Wesenheit aus zwei in jedem Strange symmetrisch angeordneten aber für sich unsymmetrischen Schienen (s. Taf. XXIII, Fig. 6 und 10), welche aussen verlascht sind, und zwischen welche gusseiserne Klötze zur Erhaltung der Spurrinne mit Schraubenbolzen befestigt werden.

Erwähnenswerth ist auch, dass die Stösse bei den beiden Schienen je eines Stranges nicht unmittelbar gegenüber liegen, sondern entsprechend versetzt sind (siehe Taf. XXIII, Fig. 9).

Die erforderlichen Querverbindungen sind zu je zwei zwischen den Schienenenden und eine weitere in der Mitte zwischen je zwei Schienenstössen angeordnet, und in der aus der Zeichnung (Taf. XXIII, Fig. 6 u. 7) ersichtlichen Weise mit den Schienen verbunden.

Wenn man das Schienenprofil näher betrachtet, so sieht man, dass in Folge der unsymmetrischen Form bei möglichst ökonomischem Materialaufwand, eine ausgezeichnete Verlaschung und ein breites, stabiles Auflager bei der grösstmöglichen Tragfähigkeit erzielt wurde.

Die ganze Anordnung gestattet die Verwendung von Fahrzeugen mit sogenannten Doppelrädern, bei welchen sich der Spurkranz in der Mitte befindet. Bei Anwendung solcher Räder wird das Verhalten des Oberbaues ein noch günstigeres sein, als bei einfachen Rädern, weil die Uebertragung des Druckes vollständig gleichmässig auf beide Schienen erfolgt. Werden einfache Räder angewendet, so kann die äussere Schiene bei vorgeschrittener Abnutzung anstandslos gegen die innere vertauscht werden.

In der jüngsten Zeit ist ein Theil der Wiener und der Vororte-Pferdebahn, mit diesem Oberbaue ausgeführt worden.

Der eiserne Oberbau von Haarmann für Secundärbahnen ist dem Oberbau für Hauptbahnen ganz nachgebildet und unterscheidet sich von ihm nur durch die in Folge der geringeren Beanspruchung ermöglichte Reducirung des Gewichtes.

Aus Taf. XXIV ist ersichtlich, in welcher Weise von Haarmann die Frage eines transportablen eisernen Oberbaues für Gruben und Feldbahnen gelöst wurde.

Dieser Oberbau besitzt den unbestreitbaren Vortheil der sehr günstigen Vertheilung eines relativ kleinen Gewichtes bei der Construction von Schienen und Schwellen und einer ausserordentlich einfachen und sinnreichen Verbindung der einzelnen Joche untereinander.

Natürlich wird dieser Oberbau je nach den Bedürfnissen in verschiedenen Spurweiten und darnach auch in verschiedenen Dimensionen ausgeführt. Am gebräuchlichsten sind die Spurweiten von 720, 600 und 500 mm. Die Joche werden in Längen von 4 und 3 m erzeugt.

Was nun den Oberbau selbst anbelangt, so ist er, wie die Taf. XXIV zeigt, ein Querschwellen-Oberbau; er besitzt eine sehr hohe, tragfähige Schiene, die mit möglichster Materialersparniss hergestellt ist, und bei welcher der Steg gegen den Fuss entsprechend geneigt gewalzt, und damit die erforderliche Neigung der Schiene erreicht wird.

Die Schiene ist direct mit den Querschwellen durch Nieten verbunden; der Schienenstoss ist ein schwebender.

Die Verbindung der einzelnen Joche untereinander geschieht auf ausserordentlich einfache und sinnreiche Weise. Die Schienen jedes Joches sind an einem Ende mit Laschen verschraubt, welche die Schienenenden überragen. (s. Taf. XXIV, Fig. 2, 3, 5 und 6.) Zwischen die überragenden Laschenenden des einen Joches werden nun die laschenfreien Enden des anderen Joches hineingeschoben, so dass nur mehr erübrigt, die Verlaschung der beiden Joche zu vollenden.

Dies geschieht durch den aus Taf. XXIV, Fig. 1, 2, 5, 7 und 8 ersichtlichen Schlüssel, bei entsprechend angeordneter Lochung der Laschen und der Schiene, wie dieselbe aus den genannten Figuren ersichtlich ist.

Bevor man beide Joche aneinander stösst, wird der Schlüssel in senkrechter und aufrechter Stellung in das Loch der äusseren Laschen zurückgezogen (s. Taf. XXIV, Fig. 1 und 2); nach dem Zusammenstossen der Joche genügt ein Schlag mit dem Fusse, den Schlüssel durch die Lochung der Schiene, in das Loch der inneren Lasche zu stossen, wobei der Schlüssel in Folge seines eigenen Gewichtes sich horizontal umlegt (s. Taf. XXIV, Fig. 7 und 8). Die Laschenverbindung kann dann nicht früher gelöst werden, bis der Schlüssel wieder vertical gestellt und in die äussere Lasche zurückgezogen wird. In dieser Stellung des Schlüssels können dann die Joche wieder von einander getrennt werden.

Die Legung dieses transportablen Oberbaues ist eine ausserordentlich einfache. Auf einem zu diesem Zwecke vorbereiteten Karren liegen so viele Joche, als zwei Leute bequem transportiren können. Die Legung beginnt damit, dass ein Joch vorgelegt, das zweite angeschoben und auf die vorbeschriebene Art verkuppelt wird; sodann wird der Karren bis an das Ende des zweiten Joches vorgeschoben und die Legung fortgesetzt. Für den Fall, als die herzustellende Bahn so lang ist, dass die Beladung des einen Karrens nicht ausreicht, so werden weitere Wagen nachgeschoben, wobei durch eine höchst einfache Construction das Ausweichen der leeren Wagen ermöglicht wird.

Diese Construction ist die sogenannte Kletterweiche, welche aus Taf. XXIV, Fig. 12 ersichtlich ist. Sie besitzt weder Zunge noch Herz und unterscheidet sich von der Construction der Joche bloss dadurch, dass sie nach der beabsichtigten Ausweichcurve gebogen ist und dass die Querschwellen an einem Ende so abgekröpft sind, dass die Weiche mit dem einen Ende in das Niveau des Hauptgeleises, mit dem anderen in jenes des Terrains gebracht werden kann. Soll nun der leere Wagen dem vollen ausweichen, so wird die Kletterweiche über das currente Geleise gelegt, der leere Wagen in die Ausweiche geschoben, an welche ein Joch oder im Bedarfsfalle mehrere angereiht werden; sodann wird die Kletterweiche abgenommen und das Hauptgeleise ist für den beladenen Wagen frei.

Bei einer in Osnabrück angestellten Probeverlegung dieses Oberbaues wurde ein Geleise von 100 m Länge binnen 10 Minuten von zwei Mann gelegt, welche auch den Karren zu bewegen hatten.

Für den Fall, als das Bedürfniss nach Ausweichen ein constantes ist, wird statt der Kletterweiche eine andere Weichen-Construction die sogenannte Pedalweiche angewendet (s. Taf. XXIV, Fig. 11), bei welcher die ganze Construction im Niveau des Hauptgeleises liegt. Bei derselben ist eine ganz einfache Herz-Construction und ein Zungen-Apparat angeordnet, dessen Bewegung durch Verschiebung eines Hebels erzielt wird, der in bequemer Weise mit dem Fusse verstellt werden kann.

Ebenso, wie für die vorgenannten Feldbahnen, wurden von Haarmann für die Lang- und Querschwellen-Systeme und für die Tramwaybahnen die zugehörigen Weichen-Constructionen entworfen und ausgeführt.

Bevor nun auf die neueste Construction Haarmann's, den Schwellenschienen-Oberbau, eingegangen wird, soll noch eine Sache besprochen werden, welche in Osnabrück Gegenstand eingehender Erörterungen gewesen ist.

Haarmann hat nämlich gelegentlich eines aus Anlass der Ausstellung gehaltenen Vortrages ganz besonders auf die Art der Abnützung hingewiesen, welche die Schienen, die Laschen und das übrige Kleinmaterial, sowie auch die eisernen Lang- und Querschwellen während des Betriebes erleiden.

So ist auf Taf. XXV, Fig. 1 bis 4 die Abnützung zu ersehen, die eine Stahlschiene von 134 mm Höhe, welche auf Querschwellen im Betriebe war und über welche innerhalb 13 Jahren eine Bruttolast von 54 Millionen Tonnen gerollt ist, durch diese Inanspruchnahme erlitten hat.

Wie aus der Zeichnung der abgenützten Schiene zu ersehen, betrug die Abnützung auf der dem Stosse zunächst gelegenen Schwelle 8 mm (Taf. XXV, Fig. 2) während dieselbe zwischen zwei Schwellen (Taf. XXV, Fig. 3) nur 6 mm betragen hat. Es ist daraus zu entnehmen, dass auch bei dieser Schiene der Stoss rücksichtlich der Grösse, der Abnützung eine ganz wesentliche Rolle gespielt hat, eine Thatsache, die übrigens auch schon bisher ziemlich allgemein bekannt war. Was aber bisher nicht so bekannt war, das sind die bedeutenden Abnützungen der Laschen-Anlagsflächen der Schiene, sowie des Fusses derselben.

Die Abnützung hat sich jedoch nicht auf die Schiene allein beschränkt, sondern findet sich auch an den ange-

wendeten Laschen, wie dies aus Taf. XXV, Fig. 5—8 ersichtlich ist. Die Laschen sind aber nicht nur abgenützt, sondern auch um $7\frac{1}{2}$ mm durchgebogen (s. Taf. XXV, Fig. 10) weil die angewendeten Befestigungsmittel nicht ausgereicht haben dürften, um die Lasche stramm an den Schienensteg anzupressen, resp. weil dieselben nicht immer genügend angezogen waren.

Diese Erscheinungen sind ausserordentlich überraschend, werden jedoch durch die Erfahrungen auf der Paris-Lyon-Mittelmeer-Bahn vollständig bestätigt. Auch dort wurde nach 13 Jahren eine Abnützung der Schiene am Kopfe von 6 mm, am Fusse von 1.5 bis 2 mm beobachtet, die Abnützung der Laschenanlagsflächen betrug sogar $2\frac{1}{4}$ bis 5 mm.

Die bekannte Thatsache, dass die Muttern der Laschenbolzen durch die fortwährenden Erschütterungen, welche das rollende Material auf die Schienenstösse ausübt, sehr zum Lockerwerden hinneigen — und die Beobachtung, dass durch solche lockere Schraubenmutter ein Einschleifen in die Lasche stattfinden kann, wie dies auf Taf. XXV, Fig. 8 ersichtlich ist — haben Haarmann veranlasst, auch der Schraubensicherung besondere Aufmerksamkeit zuzuwenden — und hat derselbe nach vielfältigen Versuchen die aus Taf. XXVII, Fig. 5 und 6 ersichtliche Schraubensicherung construiert, welche sich durch Einfachheit und Zweckmässigkeit auszeichnet.

Dieselbe besteht darin, dass in eine Nuth, welche zur Hälfte in der Lasche und zur anderen Hälfte in der Mutter ausgearbeitet ist, die umgebogenen Enden eines federnden Drahtbügels gesteckt werden. Die Nuthen sind halbkreisförmig, u. zw. erhält die Lasche nur eine zur Länge derselben parallele Nuth, während die Mutter so viele sich im Mittelpunkt kreuzende Nuthen erhält, als sie selbst Seiten besitzt (Taf. XXVII, Fig. 6). Es genügt dann eine Sechstelumdrehung der Mutter, um eine Nuth derselben mit der Nuth in der Lasche in Uebereinstimmung zu bringen.

Die oben hervorgehobene bedeutende Abnützung des Schienenfusses legt sogleich den Gedanken nahe, dass dieselbe nicht ohne starke Beanspruchung des Schienenauf-lagers selbst erfolgt sein könne.

Bei den hölzernen Querschwellen macht sich diese Inanspruchnahme durch die Einpressung des Schienenfusses in die Holzschwelle kenntlich und gehen dadurch die Schwellen durch mechanische Abnützung vorzeitig zu Grunde, wenn nicht getrachtet wird diese Wirkung durch Einschaltung von Unterlagsplatten weniger schädlich zu machen.

Was nun die eisernen Schwellen anbelangt, so sind in Osnabrück Abschnitte vorgezeigt worden, die eisernen Querschwellen angehörten, welche vier Jahre im Betriebe waren und keine Zwischenplatte hatten.

Diese Schwellen waren an der Innenseite des Schienenauf-lagers um 2 bis 3 mm abgenützt, während sich diese Abnützung an der Aussenseite auf Null verlief.

Diese Erscheinung gibt zu denken, weil durch diese Art der Abnützung nicht nur eine Entwerthung des Schwellenmaterials und eine frühzeitige Auswechslung desselben bedingt wird, sondern weil auch durch eine solche ungleichmässige nach der Innenseite geneigte Abnützung

Spurveränderungen eintreten, welche bei eisernen Schwellen kaum corrigirt werden können. Es ist dies eine Thatsache, die allen Jenen Recht gibt, die gerade eiserne Schwellen und Unterlagsplatten, durch welche gleichzeitig die Neigung der Schienen erzielt wird, anwenden.

Allerdings ist es noch eine offene Frage, ob bei Anwendung der Unterlagsplatten die Schwelle vollständig von der Abnützung befreit bleibt. Dies wird auch davon abhängen, wie fest die Platte mit der Schwelle verbunden ist. In Erwägung dieses Umstandes hat Haarmann den hakenförmigen Ansatz an der Unterlagsplatte seines Querschwellen-Oberbaues angeordnet, durch welchen eine feste Verbindung zwischen Platte und Schwelle angestrebt wird. Die erwähnten Abnützungen treten jedoch nicht nur bei Querschwellen auf, sondern auch bei den Langschwellen. In dieser Richtung ist eine sehr interessante Erfahrung gemacht worden. In einem 4 km langen Tunnel waren beide Geleise mit Langschwellen, Hülfschen Systems, belegt; das eine davon stand zwei, das andere vier Jahre im Betriebe. Nach dieser Zeit ergab eine Untersuchung der Geleise, dass nicht nur ein ausserordentlich intensives Einschleifen zwischen Schiene und Langschwellen stattfand, sondern, dass auch Längensrisse der Langschwellen eingetreten waren, welche Thatsache natürlich sofort umfassende Reconstructionsarbeiten im Gefolge hatte. Damit ist nicht nur gezeigt, dass die Langschwellen ebenso wie die Querschwellen einer ziemlich intensiven Abnützung am Schienenauf-lager unterworfen sind, sondern dass dieser Frage, besonders wenn der Oberbau unter ungünstigen Umständen, etwa in mehr oder weniger feuchten, selten rauchfreien Tunnels liegt, die grösste Aufmerksamkeit zugewendet werden muss.

Schon bei der Besprechung der Schienenabnützung wurde der Einfluss des Schienenstosses auf dieselbe hervorgehoben; von nicht minder Wichtigkeit ist der Schienenstoss auch für die Abnützung der Radreifen. Auf Taf. XXV, Fig. 11 bis 14 sind Profile von Radreifen gezeichnet, die seit dem Jahre 1879 beziehungsweise 1881, also durch 3 bis 5 Jahre im Betriebe standen und fortwährend nachgedreht werden mussten, bis sie die aus der Zeichnung ersichtlichen Dimensionen erreichten. Das wäre nicht auffällig, aber auffällig ist es, dass die Innenseite dieser Bandagen nicht mehr gerade ist, sondern concav, und in Folge dessen nicht mehr am Radkranze aufliegt. Diese anfänglich räthselhafte Erscheinung ist jedoch auch von Haarmann erklärt worden.

Wenn ein flacher Stab auf der einen Seite gehämmert wird, so zieht er sich krumm, und in Osnabrück waren Stäbe zu sehen, die nach 150 leichten Hammerschlägen eine bedeutende Concavität erhielten. Es ist also nicht ausgeschlossen, dass die Concavität des Radreifens an der Innenseite auf ähnliche Weise durch die fortwährenden Stösse entstanden ist, welche das Rad beim Uebergang über den Schienenstoss erlitten hat. Wirkt nun ein solcher Umstand mit andern ungünstigen, z. B. Frost, mangelhaftes Materiale etc. zusammen, so ist es erklärlich, dass Radreifenbrüche nicht zu den Seltenheiten gehören.

Es ist daher natürlich, dass der Construction des Schienenstosses die grösste Aufmerksamkeit zugewendet

wird und wurden in dieser Richtung auch beim hölzernen Querschwellen-Oberbau ausserordentliche Fortschritte gemacht; es sind fast ausnahmslos nur mehr schwebender Stoss, vorzügliche Laschenverbindung und gute Befestigungsmittel in Verwendung.

Die Erkenntniss von dem Einflusse des Schienenstosses auf die Fahrzeuge hat Haarmann veranlasst, nach zwei Richtungen vorzusorgen, nämlich eine nach seiner Ansicht den Schienenstoss beseitigende Construction zu entwerfen, und die Qualität der Radreifen durch entsprechende Kühlvorrichtungen zu verbessern. Die neue Oberbau-Construction, der sogenannte Schwellenschienen-Oberbau, ist aus Taf. XXVI ersichtlich, und so einfach, dass zu ihrem Verständnisse ein paar Worte genügen werden.

Die Schiene besteht aus zwei Theilen (s. Taf. XXVI, Fig. 1, 2 und 5), welche nach dem Walzen miteinander verbunden werden. Es ist daher von Wesenheit, dass die beiden Hälften ganz genau aneinander passen. Die ersten Versuche in dieser Richtung waren nicht ohne Schwierigkeiten, jedoch sind dieselben mittlerweile überwunden worden.

Die Verbindung der beiden Hälften geschieht mit Nieten und nur dort, wo zwei aufeinanderfolgende Felder der Länge nach aneinanderstossen, werden dieselben miteinander verschraubt.

Die Idee bei der neuen Construction den Schienenstoss zu beseitigen, führte dazu, den Stoss der beiden Schienenhälften nicht an einer Stelle anzuordnen, sondern denselben zu versetzen. Bei den ursprünglichen Versuchen betrug diese Versetzung $1\frac{1}{2} m$; jetzt beträgt sie bloss $0.5 m$ (s. Taf. XXVI, Fig. 3, 4 und 12).

Durch die Verbindung der beiden Schienenhälften in der angegebenen Weise wird nun für jeden Strang ein ent-

sprechend tragfähiger, mit breiter Basis auf dem Boden aufliegender Träger geschaffen. Die Verbindung der beiden Schienenstränge geschieht durch an den Enden rechtwinkelig gestaltete Flacheisen (s. Taf. XXVI, Fig. 5 u. 7) die Neigung und Spurweiterung durch Einschaltung von entsprechend geformten Zwischenstücken, den sogenannten Neigungsplatten, (s. Taf. XXVI, Fig. 5, 8, 9, 10 u. 11) zwischen die Querverbindungen und die Schwellenschienen.

Die Frage der Entwässerung des Oberbaues hat Haarmann wieder durch Anwendung der früher erwähnten Entwässerungsröhren gelöst (s. Taf. XXVI, Fig. 5, 6 u. 12).

In der nachfolgenden Tabelle sind die Gewichte der früher besprochenen Systeme mit jenen des Schwellenschienen-Oberbaues zur Ermöglichung eines Vergleiches zusammengestellt.

Dieselben betragen in runden Ziffern pro Meter Geleise beim Querschwellen-Oberbau für Hauptbahnen mit gusseisernen Sattelstücken $134 kg$, mit Hakenplatten $126 kg$, beim Langschwellen-Oberbau $129—136 kg$, je nach der Art der Querverbindung, bei der neuesten Construction mit nach oben liegenden Querverbindungen und Entwässerungsröhren $127 kg$, für Secundärbahnen $68 kg$, beim Strassenbahn-Oberbau für Locomotivbetrieb $75—80 kg$ und für Pferdebetrieb $52 kg$, beim transportablen Oberbau $16—17 kg$, beim Schwellenschienen-Oberbau für Hauptbahnen $133—136 kg$ und für Secundärbahnen $76 kg$.

Der Schwellenschienen-Oberbau ist demnach nicht schwerer, als die übrigen Haarmann'schen Langschwellen-Constructionen.

Vom Querschwellen-Oberbau wurden seit 1879 mit Sattelstücken $14 km$, mit Hakenplatten seit 1882 $88 km$, von Langschwellen-Oberbau seit 1878, namentlich auf deutschen

Tabelle I.


Post Nr.	Bezeichnung	Gewicht der Schiene pro 1 m in kg	Gewicht der Schwelle			Gewicht des ganzen Oberbaues pro 1 m Geleise kg	Bisher ausgeführt km Geleise
			pro 1 m in kg	pro 1 Stück in kg	bei einer Länge der Schwelle von m		
1	I. Querschwellen-Oberbau f. Hauptbahnen. Anordnung mit Sattelstücken	31.3	18.73	44.95	2.4	134.117	14.06 seit 1879
2	„ „ Hakenplatten	31.3	18.73	44.95	2.4	125.673	87.76 seit 1882
	II. Langschwellen-Oberbau.						
	a) Für Hauptbahnen.						
3	Mit Winkeleisen als Querverbindung	27.1	25.37	228.1	8.991	128.800	636.5 seit 1878
4	„  -Eisen in Fischbauchform als Querverbindung	29.67	25.37	228.1	8.991	136.299	
5	„ neuesten Querverbindungen und Entwässerungsröhren	27.1	25.37	228.1	8.991	127.380	
6	b) Für Secundärbahnen	15.1	13.54	121.74	8.991	67.994	192.77 seit 1878
	III. Strassenbahn-Oberbau.						
7	Für Locomotivbetrieb	15.97—17.17	—	—	—	75.0—79.797	315.99 seit 1880
8	Für Pferdebetrieb	11.25	—	—	—	51.894	
	IV. Transportabler Stahl-Oberbau.						
9	Mit 4 m langen Jochen; Spurweite 500, 600 und 720 mm	5.8	Stossschwelle = 4.0 Mittelschw. = 3.0	Stossschwelle 3.26—4.14 Mittelschw. 2.445—3.105	0.815 bis 1.035	15.818 bis 16.753	—
	V. Schwellenschienen-Oberbau.						
10	a) Für Hauptbahnen	56.7	—	—	—	132.87 bis 135.88	—
11	b) Für Secundärbahnen	31.6	—	—	—	75.83	—

Tabelle II. Versuche über die Widerstandsfähigkeit des Schwellenschienen-Oberbaues (Patent Haarmann) gegen horizontal wirkende Kräfte.

Bezeichnung	Spurerweiterung in mm nach							Federung der geschla- genen Schiene in mm nach							Durchbiegung der geschlagenen Schiene in mm nach							Durchbiegung d. nicht geschla- genen Schiene in mm nach							Seitliche Schwellenver- schiebung in mm nach						
	1	5	10	15	20	30	Ent- lastung	1	5	10	15	20	30	1	5	10	15	20	30	Ent- lastung	1	5	10	15	20	30	1	5	10	15	20	30			
	Schlägen							Schlägen						Schlägen							Schlägen						Schlägen								
I. Die beiden Schienenhälften durch Niete verbunden, welche in je 0.5 m Entfernung paarweise über einander sitzen. Die Stösse sind um 0.5 m versetzt. An den Stössen und um 3 m davon entfernt sind Querverbindungen angebracht. 11. August 1884. Temp. 19° R.																																			
a) Schläge zwischen zwei Querverbindungen in der Mitte der Schiene. (Die Nieten blieben bis zur Beendigung der Versuche absolut fest.)	1.5	0.5	—	—	—	—		10.5	20	22	22.5	23.5	24.5	2	5	6	7	8	—	6		2	5	6	7	8	9	nicht messbar							
b) Schläge am Stoss. (Nieten wie Laschenbolzen fest und ungelockert.)	0.25	1	1.5	1.5	1.5	1	0.5	15	19	21	24	28	35	3	5	10	11	12	13	10		2	3	8	—	10	11	nicht messbar							
II. Die beiden Schienenhälften durch Schrauben verbunden. Im Uebrigen wie oben																																			
a) Schläge am Stoss (An den Schrauben war bis zur Beendigung der Versuche keinerlei Lockerung zu constatiren.)	1.5	2.25	2.5	3	3	3	1.5	11.5	14.5	15.5	15.5	16.5	18	2	6	8	10	10	11	7.5		2	4	6	9	10	11	nicht messbar							
b) Schläge in der Mitte der Schiene (Schrauben fest und ungelockert.) 11. August 1884. Temp. 19° R.	1	0.5	1	0.5	0.5	1	0.5	14	20	22	26	29	33	2	5	5	4	4	5	5		1	4	4	3	3	4	nicht messbar							

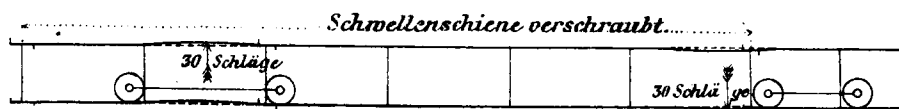
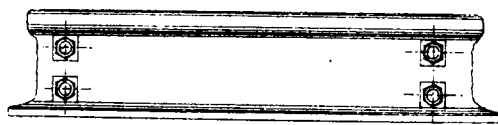
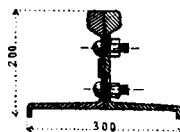
Bahnen, 636 km, darunter auch der Oberbau der Berliner Stadtbahn verlegt.

Vom Secundärbahn-Oberbau sind seit 1878 193 km, von dem Strassenbahn-Oberbau seit 1880 316 km ausgeführt.

Der Schwellenschienen-Oberbau ist auf dem Gebiete der deutschen Eisenbahnen, wenn von den Haarmann'schen

Versuchsstrecken abgesehen wird, bis

jetzt noch Project. Was nun die mit dem Schwellenschienen-Oberbau bisher gesammelten Erfahrungen anbelangt, so ist



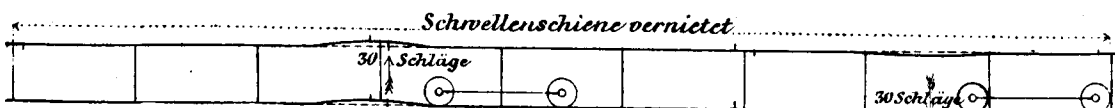
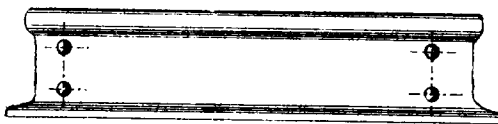
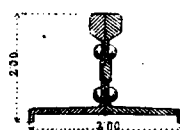
Versetzter Stoss.

Maassstab für die Schwellenschiene 1:15.

" " " Geleise 1:187.

" " " seitlichen Durchbiegungen 2:75.

Querverbindungen
in je 3 m Entfernung



hierüber Folgendes mitzuthellen.

Der Schwellenschienen-Oberbau wurde von Haarmann vor zwei Jahren u. zw. zunächst in einer älteren Form, construirt, in einer Länge von ca. 300 m verlegt, und genau beobachtet. Seitdem wurden jedoch bei diesem Oberbau in der Erzeugung wesentliche Fortschritte gemacht, und die Taf. XXVI zeigt die neueste Form desselben, über

welche gleichfalls schon praktische Erfahrungen vorliegen, und durch welche die erste Construction übertroffen ist.

Tabelle III. Versuche über die Widerstandsfähigkeit des Schwellenschienen-Oberbaues (Patent Haarmann) gegen wirkende Kräfte.

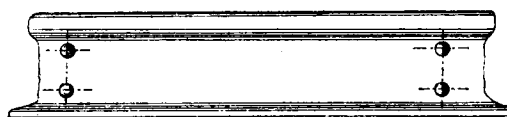
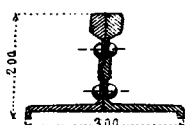
Bezeichnung	Schwellenschiene					Radlast	Druck auf die Bettung pro cm^2	Beanspruchung der Schwellenschiene pro cm^2	Grösste Durchbiegung in mm					
	Höhe cm	Breite cm	Trägheitsmoment für cm	Widerstandsmoment für cm	Gewicht pro laufend. Mtr. kg				1. Stoss		2. Stoss		Mitte	
									1.	2.	1.	2.	1.	2.
Versuch	Versuch	Versuch												
Haarmann'sche Schwellenschiene														
a) vernietet	20	30	3679	335	56.7	7500	1.15	499	3	2.5	3	2.5	2.6	2.3
b) verschraubt	20	30	3679	335	56.7	7500	1.15	499	4.5	3	—	—	3.5	2.5

Deshalb soll auch auf die ältere Form nicht weiter eingegangen werden.

Der Oberbau der neuesten Construction wurde auf der Strecke Georgs-Marienhütte-Hasbergen in einer Länge von 1 km im August 1884 ausgeführt, und während bezüglich der älteren Form die Beobachtungen bereits zwei Jahre gemacht werden, liegen über jene Construction Beobachtungen von August bis 31. Dec. 1884 vor.

Vor der Verlegung dieses Oberbaues in die Bahn wurden mit demselben vorerst Versuche über die Widerstandsfähigkeit in horizontaler und verticaler Richtung im Werke angestellt, und zwar in ganz ähnlicher Weise, wie sie schon im Jahre 1881 bezüglich der anderen Haarmann'schen Systeme durchgeführt und in Glaser's „Annalen für Gewerbe und Bauwesen“ im VIII. Bande veröffentlicht wurden.

Diese Versuche wurden so angestellt, dass ein Geleise mit Schwellenschienen-Oberbau in eine Bettung aus lehmigem Sande, also einem ungünstigen Materiale verlegt, und auf dasselbe ein Versuchswagen gestellt wurde, welcher aus Taf. XXVII, Fig. 1 u. 2 ersichtlich ist. Dieser Wagen erhielt eine Vorrichtung, welche aus verticalen, entsprechend versteiften Säulen bestand, an welchen wagrechte Arme angebracht waren. Je nach Bedarf wurde nun an dem einen oder anderen Arme ein Seil mit einem eisernen Klotz von 228.5 kg Gewicht angehängt, welcher gegen das Gestänge mit einem Ausschlage von 3 m geschwungen wurde. Die

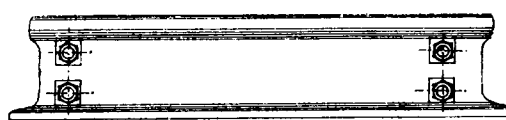
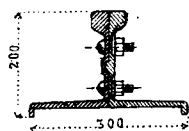
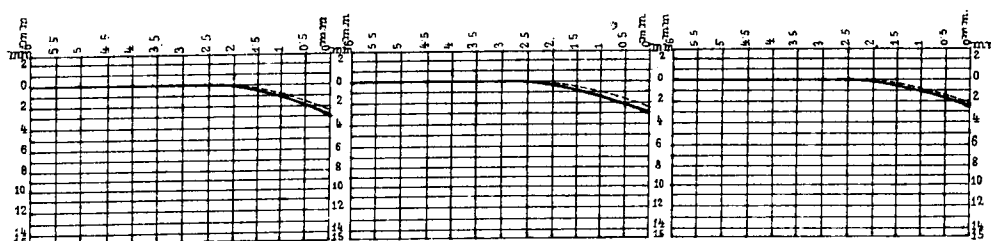


Schwellenschiene vernietet.

1. Stoss.

2. Stoss.

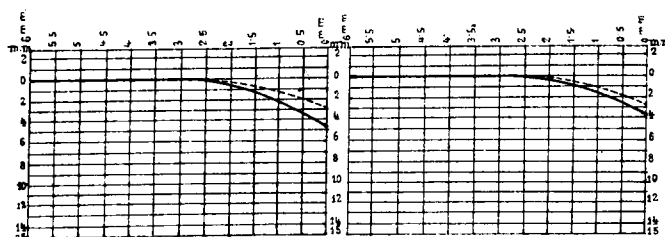
3. Stoss.



Schwellenschiene verschraubt.

Stoss.

Mitte.



— 1. Versuch (auf frisch unterstopftem Geleise).
 - - - 2. „ (nach einmaligen Befahren mit dem Versuchswagen).

Maasstab für die Schwellenschiene 1:15.

„ „ „ Abscissen 1:150.

„ „ „ Ordinaten 4:3.

Entfernung des ruhig hängenden Klotzes vom ersten Rade betrug 1.75 m, entsprechend dem Radstande der Güterzugslocomotiven der rechtsrheinischen Bahn.

Das Eigengewicht des Wagens war 4000 kg; für die Versuche in Bezug auf den horizontalen Widerstand wurde

derselbe mit 17.500 kg belastet.

Das Wagengewicht, die Belastung, der Ausschlag des schwingenden Klotzes und der Radstand des Versuchswagens wurden so gewählt, dass durch die Versuche die Wirkung einer stark schlingernden Locomotive möglichst nachgeahmt wurde.

Die Wirkung des schwingenden Klotzes nach 5, 10, 15, 20 Schlägen ist in der vorstehenden Tab. II zusammengestellt, woraus sich ergibt, dass die Ergebnisse beim Schwellenschienen-Oberbau im Vergleich zu allen übrigen Constructionen sehr günstige gewesen sind.

Die Versuche bezüglich des

Widerstandes in verticaler Richtung wurden in der Weise durchgeführt, dass der Wagen, von dem das Gebälke für den Fallklotz entfernt wurde, mit 26.000 kg belastet wurde, so dass er ein Gesamtgewicht von 30.000 kg hatte, also pro Achse 15 t, in der Regel die Maximal-Achsbelastung, mit welcher beim Oberbau gerechnet wird.

Die Grössen der Durchbiegungen des Oberbaues wurden nun gemessen und sind aus der vorstehenden Tab. III und den dazugehörigen Graphikons ersichtlich. Die Null-Linie des Graphikons stellt die Höhenlage des Geleises am be-

treffenden Beobachtungspunkte bei Beginn des Versuches dar. Als Abcissen sind die Entfernungen der Vorderachse des Wagens von den Beobachtungsstellen in Metern, als Ordinaten die entsprechenden Durchbiegungen in Millimetern, erstere in $\frac{1}{100}$, letztere in doppelter natürlicher Grösse aufgetragen.

Auch das Ergebniss dieser Versuche war für den Schwellenschienen-Oberbau sehr günstig.

Um festzustellen, wie sich der Schwellenschienen-Oberbau gegen lebendige Kräfte verhalte, wurden Fallversuche angestellt. Es wurden mit einem Fallbär von 600 kg je drei Schläge aus 2·5, 2·0 und 1·5 m Höhe ausgeübt, ohne dass ein Bruch der Schwellenschiene erfolgte. Die Gesamtdurchbiegung betrug bei diesem Versuche 29 mm.

Um zu entscheiden, in welcher Weise die Verbindung der einzelnen Hälften betriebssicher sei, wurde ein Gewicht von 250 kg aus $\frac{1}{2}$ m Höhe 500 mal nacheinander auf eine Stelle fallen gelassen, ohne dass die beiden Hälften voneinander getrennt worden wären.

Was die Erfahrungen bei dieser neuen Construction im Betriebe betrifft, so liegen solche auf der erwähnten Strecke Georgs-Marienhütte-Hasbergen vor, wo der Oberbau in einer Steigung von 1:60 auf eine Länge von 1 km verlegt ist.

Es verkehren auf dieser Strecke täglich 22 Züge, oder pro Jahr ca. 1 Mill. Tonnen Bruttolast. Der Raddruck der verkehrenden zweiachsigen Locomotiven, bei welchen die Feuerbüchsen hinter der zweiten Achse liegen, und die vermöge des kurzen Radstandes zum Schlingern sehr geneigt sind, beträgt 7·5 t.

Unter diesen Betriebsverhältnissen betrugen die Spurveränderungen während der Beobachtungsperiode vom August bis December 1884, 1 mm; in verticaler Richtung wurde bei dem neuen Oberbau eine Maximalsenkung von 4, eine Minimalsenkung von 2, also im Mittel eine solche von 3 mm gefunden.

Von Wesenheit war es ferner zu ermitteln, wie sich der Oberbau in Bezug auf die Temperaturverhältnisse verhält. Da die Beobachtungen, wie erwähnt, von August bis 31. December 1884 reichen, so waren so ziemlich alle Temperaturen vertreten, und es ergab sich, dass der Oberbau

auch am Stoss vollständig den Anforderungen der Temperaturänderungen entsprach, was bei den Laschen durch Herstellung ovaler Löcher ermöglicht wurde.

Die grösste beobachtete Fuge an einer solchen Stelle war 8·5 mm; dieselbe hat sich bei Erhöhung der Temperatur wieder entsprechend verkleinert.

Was die Frage der Entwässerung betrifft, so haben die angebrachten Entwässerungsröhren bisher fortwährend functionirt und den Oberbau trocken gehalten.

Um über die Einwirkung des Frostes auf die neue Construction einige Anhaltspunkte zu gewinnen, wurden eines Abends bei -3° auf dem Stahlwerke alle Hohlräume der Construction mit Wasser gefüllt; in der Nacht sank die Temperatur auf -15° , ohne dass hiedurch der Construction irgend welche Nachtheile erwachsen wären.

Damit sind alle Erfahrungen, die über den Schwellenschienen-Oberbau bekannt wurden, erschöpft, und es soll noch auf die Bestrebungen des Osnabrücker Werkes, das Materiale der Radreifen zu verbessern, aufmerksam gemacht werden.

Durch die Abkühlung der Radreifen nach dem Walzen, an der Luft oder in der Asche, werden in Folge ungleicher Abkühlungen, im Materiale Spannungen erzeugt, die später im Betriebe die Veranlassung zu Anbrüchen sein können.

Um nun eine möglichst gleichmässige Abkühlung der Radreifen zu erzielen, wurden in Osnabrück sogenannte Durchweichungsgruben (s. Taf. XXVII, Fig. 3) aus feuerfestem Materiale ausgeführt; das sind Schächte, die so tief in den Boden reichen, dass darin ca. 12 Radreifen, der Höhe nach aufgeschichtet, untergebracht werden können.

Die Radreifen werden nun sofort nach dem Walzen mittelst Laufkahn in die Durchweichungsgruben gebracht, und nach Füllung derselben der Deckel luftdicht geschlossen, und die Reifen erst aus der Grube genommen, nachdem eine vollständige Abkühlung eingetreten ist, was in der Regel nach 3—4 Tagen erreicht ist.

Angestellte Schlagversuche haben ergeben, dass auf diese Art gekühlte Radreifen um 50% mehr Widerstand geleistet haben, als in Asche oder an der Luft gekühlte Radreifen derselben Charge.

Bei dem Umstande, als seit Jahren den Festigkeits- und Elasticitätsverhältnissen des Eisenbahnmaterials ein

Tabelle IV.

Post Nr.	Bezeichnung	Schienenstahl		Flusseisen		Bandagenstahl		
		Normal-Qualität	hart, liegt auf der Berliner Stadtbahn. Vorgeschriebene Festigkeit = 65 kg pro mm ²	für Schwellen; härtere Qualität. Vorgeschriebene Festigkeit = 50 kg pro mm ²	weichere Qualität. Vorgeschriebene Festigkeit = 45 kg pro mm ²	für Wagenradreifen	für Locomotivradreifen	für Pferdebahnwagen
1	Elasticitätsgrenze	39·5 kg	43·2 kg	40·6 kg	31·6 kg	38·0 kg	41·0 kg	45·0 kg
2	Dehnung	17·5 %	19·0 %	21·0 %	19·5 %	23·0 %	18·0 %	22·5 %
3	Absolute Festigkeit	57·8 kg	68·4 kg	52·5 kg	46·9 kg	52·0 kg	63·6 kg	77·7 kg
4	Contraction	55·6 %	41·3 %	52·0 %	47·0 %	58·5 %	44·5 %	40·0 %
5	Qualitätszahl (Summa Post 3 und 4)	113·4	109·7	104·5	93·9	110·5	108·1	117·7

erhöhtes Interesse gewidmet wird, dürfte es nicht uninteressant sein, die diesbezüglichen Eigenschaften des Osnabrücker Materials kennen zu lernen, und sind die betreffenden Zahlen in der vorstehenden Tabelle zusammengestellt.

Die Summe der Festigkeit und Contraction ist in dieser Tabelle entsprechend den Bestimmungen des deutschen Eisenbahn-Vereins als Qualitätszahl bezeichnet.

Es sei hier bemerkt, dass der deutsche Eisenbahn-Verein als Qualitätszahl für Schienenmaterialie 85, für Radreifen 90 vorgeschrieben hat, wobei die Festigkeit im Minimum pro 1 mm^2 für Schienen 50, für Locomotivradreifen 60, für Wagen- und Tenderradreifen 45 kg und die Contraction in Percent des ursprünglichen Querschnittes im Minimum beziehungsweise 20, 25 und 35 zu betragen hat.

Zum Schlusse sei noch auf das auf Taf. XXVII, Fig. 4 dargestellte Graphicon aufmerksam gemacht, welches den Verlauf des Bessemer-Processes im Osnabrücker Werke darstellt.

Daraus ist die Zusammensetzung der Charge bei Beginn des Processes ersichtlich. Dieselbe enthält 3.25 % Kohlenstoff, 3 % Mangan, 19 % Silicium, 0.04 % Schwefel und 0.09 % Phosphor. Ferner ist der weitere Verlauf, resp. die rasche Abnahme des Kohlenstoffes, das Verbrennen des Siliciums und das Constantbleiben von Phosphor und Schwefel ersichtlich, deren Gehalt sich nach Zusatz des Spiegeleisens noch um etwas wenigens vergrößert. Daraus ist zu entnehmen, dass bei der gewöhnlichen Bessemererei eine Reduction dieser Stoffe nicht zu erzielen ist.

Mittheilungen über den Bau der im Generalaccord ausgeführten Gebirgsbahn Altsohl—Kremnitz—Ruttek in Ober-Ungarn und Vergleich mit den Gebirgsstrecken der Gotthardbahn, Brennerbahn und Orleansbahn.

Von Richard Bechtle, Ober-Ingenieur für den Betrieb der Gotthardbahn.

(Mit Zeichnungen auf Taf. XXVIII und XXIX.)

A. Baugeschichtliche Mittheilungen.

Die 310 km lange nördliche Linie Pest-Salgó-Tarján-Altsohl-Ruttek der königl. ungarischen Staatsbahnen stellt, vermöge ihres Anschlusses an die Kaschau-Oderberger Bahn bei Ruttek, die kürzeste Eisenbahnverbindung zwischen der Hauptstadt Ungarn's und dem nordöstlichen Deutschland her.

Die 121.5 km lange Theilstrecke dieser Linie Pest-Salgó-Tarján wurde im Jahre 1863 von einer Gesellschaft begonnen und mit einem Capitalaufwand von 11.6 Millionen Gulden ö. W. hergestellt. Ihre Eröffnung erfolgte im Mai 1867.

Diese Gesellschaft sah sich späterhin genöthigt, die Bahn an ihren Hauptgläubiger, den Staat, abzutreten und es übernahm dieser laut Vertrag vom 1. Juni 1868 die Bahn um den Kaufpreis von 7.5 Millionen Gulden ö. W.

Die königl. ungarische Regierung vervollständigte hierauf die Ausrüstung und schritt an die Aufstellung der Projecte für die Fortsetzung der Bahn über Losoncz und Altsohl zum Anschluss an die damals im Bau begriffene Kaschau-Oderberger Bahn und zwar mit solcher Anstrengung, dass bereits im Frühjahr 1869 die Tracirungsarbeiten der ganzen Ergänzungsstrecke durch die königl. ungarische Eisenbahn-Baudirection*), soweit gefördert waren, dass auf Grundlage derselben eine öffentliche Bau-Ausschreibung und die Vergebung des Baues an eine General-Bau-Unternehmung vorgenommen werden konnte.

Letztere erfolgte mit dem Verträge vom 20. Mai 1869, womit die auf der 188.5 km langen Eisenbahnstrecke Salgó-Tarján-Losoncz-Altsohl-Jalna-Kremnitz-Stuben-Ruttek vorzunehmenden Projectsbearbeitungen, dann die Grund- und Gebäude-Einlösung, die Unter-, Ober- und Hochbauarbeiten die mechanische Einrichtung der Wasserleitungen, der Abschluss der Bahn, endlich die Signalvorrichtungen und das Mobiliar dem Wiener Bankverein um die Pauschalsumme von 16,550.000 fl. ö. W. zur Herstellung im General-

accord übertragen wurde. Von dieser Summe entfielen 11 Millionen Gulden auf die Strecke Altsohl-Ruttek, der Rest entfiel auf die Strecke Salgó-Tarján-Altsohl. Die hauptsächlichsten Bestimmungen des erwähnten Vertrages waren folgende:

Die Anlage der Bahn ist eingleisig auszuführen, mit einer Kronenbreite von 4 m , einem Minimal-Krümmungshalbmesser von 275 m und einer Maximal-Steigung von 16‰ . Alle Brücken und Durchlässe sind von Stein oder Eisen herzustellen. Zum Oberbau sind Schienen von 71.1 Zollpfund Gewicht pro Meter und eichene Schwellen zu verwenden. Die Caution beträgt 500.000 fl. ö. W.; der Vollendungstermin der Strecke Salgó-Tarján-Altsohl ist der 1. December 1870, jener der Strecke Altsohl-Ruttek der 1. Juli 1872. Die Haftzeit ist ein Jahr.

Beilagen des Vertrages waren:

Die Bedingnishefte und Typenpläne der königl. ungar. Baudirection, ein Detail-Situationsplan und ein Detail-Längenprofil der Bahn, ferner Kostenberechnungen als Basis für die Berechnung der allmonatlich aufzustellenden Abschlagszahlungen.*)

Der Wiener Bankverein übertrug die Oberleitung und Durchführung des Baues dem ehemaligen Ober-Inspector der österreichischen Nordwestbahn, Herrn Ingenieur Franz Glanz, und dieser theilte die ganze Strecke in zwei Inspectionen, deren jede wieder in je drei Sectionen zerfiel und betraute den Verfasser mit der Leitung der Inspection Altsohl-Ruttek.**)

*) Diese Behelfe — ein vollständiges Vorproject — waren unter der Leitung der damaligen Bau-Inspection Kremnitz, an deren Spitze zur Zeit der Projectverfassung der seither verstorbene königl. ungarische Inspector Herr Prettenhofer und während des Baues als königl. ungarischer Inspector Herr Poschacher, später Herr Karl von Thót stand, von den Sections-Ingenieuren Herren königl. ungarischer Ober-Ingenieur M. Tischler, L. Huss, A. Millemoth und J. Kadletz ausgearbeitet worden.

**) Sections-Ingenieure der Bau-Unternehmung waren: A. Millemoth, Ph. Schnitzl und A. Steiner.

*) Königl. ungar. Bau-Director: Herr Achilles Thommen, nach dessen Rücktritt Herr Wilh. von Prangen.

Der Bau der Strecke Salgó-Tárjan-Altsohl wurde nach erfolgter Ausarbeitung des Detailprojects noch im Jahre 1869 in Angriff genommen und trotz ausserordentlich ungünstiger Witterungsverhältnisse und verhältnissmässig grosser Bauschwierigkeiten, von denen der 330 m lange Wasserscheidetunnel bei Krivány und bedeutende Felsarbeiten auf der 10 km langen Rampe Vámosfalva-Krivány genannt werden mögen, soweit zur Vollendung gebracht, dass die Eröffnung der Strecke Salgó-Tárjan-Losoncz am 4. Mai, die der Strecke Losoncz-Altsohl am 18. Juni 1871 stattfinden konnte.

Auf der, den Gegenstand der nachfolgenden, eingehenden Mittheilungen bildenden Strecke Altsohl-Ruttek wurde im August 1869 mit den Projectstudien und Ergänzungen der Terräinaufnahmen, mit den Aussteckungen und der Ausarbeitung des Detailprojects begonnen. Hierauf erfolgte die Inangriffnahme des Baues auf der Gebirgstrasse im Mai, auf der Thalstrasse im Herbst 1870. Die ganz abnorm schlechte Witterung dieses Jahres liess den Bau nicht in dem Maasse fortschreiten, als es nothwendig war; mit Ende des Jahres 1870 waren nur 20% an Unterbauarbeiten geleistet. Es mussten daher im Frühjahr 1871 ganz ausserordentliche Mittel, als: eine bedeutende Vermehrung des Betriebsmaterials, das Durchstollen und Durchschlitzen der längeren geschlossenen Einschnitte, die Herstellung hoher Dammgerüste und die Beiziehung einer grossen Anzahl fremder Arbeitskräfte verfügt werden. Der Erfolg hiervon war, dass, obgleich sich die Witterungsverhältnisse auch im Jahre 1871 für den Bau nicht besonders günstig gestalteten, doch mit Ende des Jahres die Leistung an Unterbauarbeiten auf 85% gebracht und Anfangs August 1872 die Linie Altsohl-Ruttek dem öffentlichen Verkehr übergeben werden konnte.

B. Beschreibung der Bahn.

Die Trace hebt sich über Salgó-Tárján mit 16‰ Maximalsteigung auf 8 km Länge bis Somos-Ujfalú, der Wasserscheide zwischen dem Zagya- und Eipelthal, und senkt sich sodann mit demselben Neigungsverhältniss bis Fülek, worauf dieselbe, das Eipelthal quer überschreitend, nach Losoncz geführt ist. Von hier führt die Trace in mässiger Steigung nach Lonyabánya und nimmt von da auf 10 km Länge den Charakter einer Gebirgsbahn an, indem dieselbe mit 16‰ Steigung zahlreiche vorspringende Felsköpfe durchdringt, mehrere grössere Thalschluchten übersetzt und sich an den Gehängen zur Wasserscheide zwischen dem Eipel- und Granthal bei Krivány erhebt. Nach Unterfahrung dieser Wasserscheide und einem 330 m langen Tunnel geht die Trace ferner in westlicher Richtung, mit sanftem Gefälle und ohne Schwierigkeiten zu begegnen, bis Altsohl, woselbst sie in das Hauptthal des von Norden her kommenden Granflusses eintritt.

Die weitere Fortsetzung vom Bahnhof Altsohl an zieht noch 2 km dem Granfluss entlang, übersetzt dann den Granfluss und ist am rechten Ufer desselben weitergeführt, abwärts bis Bucs. Die Länge der Strecke Salgó-Tárján-Bucs beträgt 94.5 km.

Von Bucs an, folgt die Bahn weiter noch dem Gefälle der Gran zur Station Gran-Bresnitz, dem Abzweigungs-

punkte der Schemnitzer schmalspurigen Montan-Eisenbahn*) und von da bis gegen Jalna. Bei Jalna verlässt sie mit der Höhe 261 m über dem Meere die Thalsohle, übersetzt hierauf mit der Maximalsteigung von 16‰ — welche sie fortan bis Berg beibehält — das 400 m breite Ihracser Thal auf hohem Damm und zieht sich der steilen, rechtsseitigen Thallehne entlang aufwärts bis zur Einmündung des Kremnitzer Thales in das Granthal bei Kremnitzka, indem sie hierbei drei weit vorspringende Gebirgsnasen mit Tunnel von 360, 200 und 50 m Länge durchbricht und die steil abfallenden, tief eingerissenen Schluchten und Seitenthäler auf hohen Dämmen und Stützmauern überschreitet. Bei Kremnitzka hat die Bahn bereits eine bedeutende Höhe über der Thalsohle erreicht, von welcher aus dem Auge eine prachtvolle Fernsicht in das Granthal hinab sich eröffnet. Die Trace wendet sich hierauf in scharfem Bogen gegen Norden, in das Kremnitzer Thal, an dessen linksseitigem Gehänge sie mit bedeutenden Schwierigkeiten kämpfend sich hinaufwindet zur Station Lehotka, deren Höhe 462 m ist. Von hier aus biegt die Trace nach Durchfahrung eines Bergvorsprungs bei Lehotka mit einem 80 m langen Tunnel in das wellenförmig ansteigende Seitenthal des Lehotkabaches ein, und geht auf dem breiten, das Kremnitzer und Ihracser Thal scheidenden Bergrücken aufwärts, worauf dieselbe sodann rücklaufend bei Schwabenhof wieder in's Kremnitzer Thal zurückkehrt und nach Passirung eines Tunnels von 445 m Länge und einer hohen Uebersetzung des Hanovathales in ansehnlicher Höhe über der Stadt Kremnitz die in 635 m Höhe gelegene Station Kremnitz erreicht. Der bei Kremnitz einmündende, tief eingeschnittene, aber sanft ansteigende Sohlgrund macht es hierauf möglich, in diesem Seitenthal eine Entwicklung der Bahn vorzunehmen, indem von der Station Kremnitz weg, die Trace 2 km weit in dieses Thal eingeführt, sodann nach Ueberschreitung desselben auf mässig hohem Damm in dem 635 m langen Sohlertunnel gewendet und auf der andern Thalseite zurückgeführt wird. Im weiteren Verlaufe steigt die Trace an der linksseitigen Lehne des Kremnitzer Thales weiter an, übersetzt den Blaufussgrund und tritt nach Passirung des 510 m langen Blaufusstunnels auf den höchsten Punkt der Bahn bei der Station Berg, woselbst dieselbe die Cote 773 erlangt.

Nicht minder schwierig gestaltet sich der erste Theil des Abstieges, der von Berg aus mit 16‰ Gefälle an dem rechtsseitigen Gehänge der Thalschlucht erfolgt. Bei Unter-Turczek tritt die Trace in das Thuroczthal ein und verfolgt nun dessen linksseitige Lehne hinab bis Ober-Turczek, in ununterbrochenem Wechsel von tiefen Felseinschnitten und hohen Dammanschüttungen, worauf dieselbe sodann mit einer Kehrcurve die bei Ober-Turczek sich vereinigenden Arme der Thurocz auf 8 m hohen Dämmen überschreitet, den zwischen beiden Armen sich herabziehenden Gebirgsvorsprung in einem sehr tiefen Einschnitt und einem 40 m langen Tunnel durchbricht, und nun dem Flusslaufe folgend wieder nach Unter-Turczek gelangt. Von Unter-Turczek zieht die Trace an der rechtsseitigen Lehne des Thales abwärts, passirt auf hohem Damm und beiderseitig anschliessenden sehr tiefen und langen Felseinschnitten die Antonie-

*) Von Herzog in Jahrg. 1874 der Vereins-Zeitschrift beschrieben.

schlucht, um sodann zu dem auf der Cote 627 m gelegenen Plateau der Station Turczek zu gelangen. Den Flusslauf verlassend, steigt hierauf die Bahn an den sanft geneigten Gehängen hinab und erreicht bei der Station Bad Stuben auf der Cote 488 m die Thalsohle.

Endlich nimmt von hier aus die nachfolgende 33 km lange Bahnstrecke bis zur Einmündung in den, der ungarischen Nordbahn und der Kaschau-Oderberger Bahn gemeinschaftlichen, Bahnhof Ruttek den Charakter einer Thalbahn an, über welche nichts zu bemerken ist.

Die Bahn ist von Lonyabánya bis Ruttek mit wenigen Ausnahmen durchaus im Trachyt-Gebirge geführt, eine Ausnahme hievon bildet jedoch der Krywantunnel, dieser liegt in einem morschen Gneissgranite.

Die Länge der Strecke Bucs-Ruttek beträgt 94.6 km.

C. Bau-Ausführung.

1. **Projectsbearbeitung.** Die zunächst wichtigste Aufgabe des bauleitenden Personales der General-Bau-Unternehmung bestand darin, auf Grund der Schichtenpläne des generellen Projectes die Trace durch richtige Anwendung des Minimal-Curvenhalbmessers, der (excl. der Uebergangscurven) 40—60 m langen Zwischen-Geraden bei Contracurven, durch Combination von Korbbögen u. s. w. die Ausmaasse der Tunnels und Terrainbewegungen thunlichst klein zu gestalten und als hierauf die Linie in der Hauptsache festgelegt war, zunächst das für die Begehungs-Commission erforderliche Elaborat auszuarbeiten. Gleichzeitig wurde auf den Gebirgstrecken die Linie ausgesteckt und überhaupt bei noch günstiger Jahreszeit alles Material gesammelt, welches nothwendig war, um in den Wintermonaten das Detailprofil ausarbeiten und im darauffolgenden Frühjahr mit dem Ban beginnen zu können.

Es möge an dieser Stelle erwähnt werden, dass bei der Projectsbearbeitung im Allgemeinen von dem Princip ausgegangen wurde, Viaducte und sehr hohe Stützmauern zu vermeiden und bei steilen Felspartien, namentlich bei der Durchbrechung von Gebirgsvorsprüngen mittelst Tunnels, die Linie mit thunlichster Berücksichtigung eines richtigen Maassausgleiches in den Berg zu rücken.

2. **Grundeinlösung.** Die Grundeinlösung ist — wie schon angedeutet erscheint — für die Anlage eines einspurigen Bahnkörpers durchgeführt worden. Dabei wurde über den Tunnels nur ein 1 m breiter Streifen zur Führung der Telegraphenlinie eingelöst. Für die Schutzstreifen in Waldungen (im Nadelwald 23 m, im Laubwald 17 m beiderseitig von der Achse) ist in der Regel bloß eine Entschädigung für die Abholzung vereinbart worden, wobei das gewonnene Holz dem Eigenthümer verblieb.

Die Grundeinlösungs-Elaborate wurden durch die Bau-sectionen aufgestellt, die Einlösungs-Verhandlungen, Kaufabschlüsse u. s. w. dagegen von einem gewandten, mit den Localverhältnissen der Gegend vertrauten Advocaten durchgeführt.

Der letztere erhielt für seine persönlichen Bemühungen, die Beistellung der nöthigen Hilfskräfte und für alle Auslagen bei Durchführung des Grundeinlösungsgeschäftes einen vertragsmässig stipulirten Pauschalbetrag pro Bahnmeile,

ausserdem aber einen Antheil von 20% an den Ersparnissen, welche gegenüber den einseitig von der General-Bau-Unternehmung für jede Gemeinde und Culturgattung festgesetzten Maximalpreisen erzielt wurden. Der Grundeinlösungs-Commissär verhandelte, nachdem die Begehungs-Commission stattgefunden hatte und der annähernde Umfang der einzulösenden Flächen festgestellt war, zuerst summarisch mit den Angehörigen jeder Gemeinde, mit den Grundherrschaften u. s. w., vereinbarte die den verschiedenen Culturflächen entsprechenden Preise und suchte die Baubewilligung der Besitzer durch protokollarische Erklärung zu erhalten. Nach Beendigung dieser summarischen Verhandlungen, welche durchgehends von Erfolg begleitet waren, wurden sodann die zu den Verhandlungen mit den einzelnen Grundbesitzern und zu dem Abschluss der Kaufverträge erforderlichen Grundeinlösungspläne und Verzeichnisse aufgestellt und hierauf die Special-Verhandlungen gepflogen.

Die mittlere Breite der einzulösenden Flächen betrug auf der Strecke Altsohl (Bucs)-Ruttek 23.3 m.

3. **Unterbau.** Behufs Vergebung der Unterbauarbeiten an Sub-Unternehmer wurde die Strecke Altsohl-Ruttek in 12 Loose getheilt. Die Vergebung wurde mit mündlichen Verhandlungen über die Einheitspreise eingeleitet, nachdem die zu diesem Zwecke eingeladenen, als tüchtig bekannten Unternehmer von den Vertragsbestimmungen Einsicht genommen und sich an Ort und Stelle von den Bauverhältnissen genaue Kenntniss verschafft hatten. Nach erfolgter Einigung über die verschiedenen Einheitspreise wurde sodann von dem betreffenden Unternehmer das Formular einer, sämtliche Arbeiten umfassenden Preisliste ausgefüllt. Diese Liste, dann die allgemeinen und speciellen Bedingungen für die Bau-Ausführung, ferner die Typenpläne für Kunstbauten, Erdarbeiten u. s. w. wurden integrierende Theile des Vertrages, während in dem Vertrage selbst der Umfang der Leistungen und die Bausummen annähernd bezeichnet waren.

Die abnorm schlechte Witterung der zweiten Hälfte des Jahres 1870 erforderte im Jahre 1871 einen forcirtesten Baubetrieb, in Folge dessen, sowie der zahlreichen in Ungarn gleichzeitig in Ausführung begriffenen bedeutenden Eisenbahnbauten, die Arbeitslöhne in einer Weise gesteigert wurden, wie sie bei Abschluss der Verträge nicht vorhergesehen werden konnte. Eine weitere Schwierigkeit lag in dem Umstande, dass die schlechte Witterung gerade in diejenige Periode fiel, in welcher der Stand der landwirthschaftlichen Arbeiten die Beiziehung einheimischer Arbeitskräfte in grosser Zahl gestattet hätte.

Die General-Bau-Unternehmung sah sich hierdurch, sowohl aus Billigkeitsrücksichten, als auch im Interesse einer ungestörten Fortführung der Arbeiten veranlasst, den veränderten Verhältnissen Rechnung zu tragen. Sie vereinbarte deshalb mit denjenigen Unternehmern, welche sich bis dahin ihrer Aufgabe vollkommen gewachsen gezeigt hatten, eine Preisaufbesserung in Form von Prämien für den Fall der rechtzeitigen Vollendung der Arbeiten. Nichtleistungsfähigen Unternehmern dagegen wurde entweder der ihnen anfangs zu weit gesteckte Wirkungskreis eingengt, indem ihnen die schwierigeren Arbeiten abgenommen

und dem Regiebetrieb überwiesen wurden, oder es wurden ihnen im Wege der gütlichen Vereinbarung die Arbeiten sammt ihrem Inventar gänzlich abgenommen und diese Arbeiten theilweise in eigener Regie weitergeführt, theilweise an andere Unternehmer nochmals vergeben.

Erdarbeiten und Stützmauern.

Den Sub-Unternehmern wurde für die Herstellung der Zufahrten und Werkplätze eine Pauschalsumme vergütet, welche sich übrigens auch auf alle übrigen allgemeinen Auslagen zur Einleitung des Geschäftes bezog.

Für die Vor- und Nacharbeiten, als: Abheben und Wiederanddeckung von Humus, Ausroden von Waldflächen, Einhauen von Stufen an Lehnen, Abrollirung der $\frac{5}{4}$ füssigen Dammböschungen, Planiren des Bahnkörpers und Entwässerung des Schotterbettes wurden pro Hektometer Bahn auf der Gebirgsstrecke 150—175 fl. ö. W., auf den Thalstrecken 50—70 fl. bezahlt. Der Preis einfacher Sickerschlitz zur Entwässerung wasserreicher Dammunterlagen betrug pro $1 m^3$ 1.15 fl. Entwässerungsarbeiten von grösserem Umfang waren nur ausnahmsweise nothwendig. Erwähnenswerth ist hier die erfolgreiche Trockenlegung des wasserreichen lehmigen Voreinschnittes am Ausgang des Blaufusstunnels durch einen 150 m langen Entwässerungstollen, welcher Stollen vor Inangriffnahme des Einschnittes am oberen Rand desselben parallel mit der Richtung der Bahnachse auf der wasserführenden Schichte vorgetrieben wurde.

Die Bahneinschnitte im leichten Material erhielten 5.2 m Planumsbreite (in der Sohle des Schotterbettes gemessen). Die Gräben wurden in leichterem Material mit 0.4 m Sohlenbreite und 0.8 m Tiefe 1— $1\frac{1}{2}$ füssig angeordnet. In Felsen erhielten die Einschnitte bei 8—9 m Breite (in Schwellenhöhe gemessen) und in der Regel senkrechte Anlage. Die Dämme erhielten 4.9 m Planumsbreite und wurden bei gewöhnlichem Anschüttungsmaterial $\frac{6}{4}$ füssig, bei steinigem Material entweder mit einfacher Abrollirung der äusseren Böschungsfläche $\frac{5}{4}$ füssig oder mit durchgehender Schlichtung des vorderen Steinkörpers 1füssig ausgeführt. Bei Lehenanschüttungen erhielt der Dammkörper einen kräftig in die Lehne eingeschnittenen Fuss.

Für die Gewinnung und das Anfladen des Materials war in jeder Einschnittsabtheilung ein Durchschnittspreis pro $1 m^3$ Einschnitt vereinbart.

Die Entschädigung für das Verführen und das Abladen des Materials erfolgte auf Grund einer für alle Loose und jedes Material giltigen Transport-Tabelle:

bei	15 m	mit	0.07 fl.
"	20	"	0.08 "
"	30	"	0.09 "
"	50	"	0.10 "
"	75	"	0.12 "
"	100	"	0.13 "

Von 100 m an mit je 50 m stetig wachsend, so dass für 1000 m eine Transportentschädigung von 0.48, bei 2000 m eine solche von 0.78 fl. entfiel.

Da die grossen Dammbauten in verhältnissmässig sehr kurzer Zeit hergestellt werden mussten, so war man ge-

zwungen, dieselben mittelst Dammgerüsten auf die ganze Höhe anzuschütten. Solche Dammgerüste von ansehnlicher Länge, bestehend aus 2—4 Etagen mit einer Gesamthöhe bis 45 m wurden an 11 Stellen mit ungezimmertem Holze und einfachen Schrauben- und Klammerverbindungen ausgeführt. Die Entschädigung für diese Gerüste, wie auch für alles Transportmaterial, Schienen etc. war in den betreffenden Gewinnungs- und Transportpreisen inbegriffen.

Das Schlichten der einfüssigen Steinsätze wurde pro $1 m^3$ mit 0.60—0.70 fl. vergütet.

Trockenmauern kamen nicht, Mörtelmauern nur in beschränktem Maasse und in grösserer Ausdehnung nur in zwei Loosen zur Anwendung. Die Ausführung dieser Mauern erfolgte in gleicher Weise wie an der Brennerbahn aus unregelmässigen unbearbeiteten Bruchsteinen in magerem Mörtel. Die Kosten der Ausführung einschliesslich des Verfugens betrugen pro $1 m^3$ 7—8 fl., wobei das Steinmaterial ausschliesslich aus den Einschnitten, jedoch ohne Transportentschädigung bezogen wurde.

Die nebenstehende Tab. I enthält charakteristische Daten über die grösseren Erd- und Felsbewegungen.

Die Preise der Tab. I umfassen die Kosten für die Gewinnung, den Transport, für Vor- und Nacharbeiten, für Gerüste, Baracken und alle Nebenauslagen.

Von den Erdarbeiten des Looses 2a ist der 400 m lange, ca. 18 m hohe Damm über das sanft ansteigende Ihracser Thal hervorzuheben, welcher Damm ursprünglich mit $1\frac{1}{2}$ füssigen Böschungen und 233.000 m^3 Inhalt projectirt war. Zur Schüttung desselben wurde grösstentheils lehmiges Material aus den beidseitig anschliessenden Einschnitten und aus den nächst gelegenen Hängen entnommen. Unter dem Damm wurde ein 4 m weiter Durchlass für den Ihracser Bach und ein 1 m weiter Durchlass für einen Mühlencanal ausgeführt, während der Thalweg im Niveau der Bahn am untern Damm-Ende übergeführt ist.

Die Arbeiten begannen bei diesem Damme im März 1870 und wurden von den anstossenden Materialplätzen aus für die unteren Dammpartien theils mit Pferdefuhrwerken, theils auf Rollbahnen, von den Einschnitten aus aber nur mittelst Rollbahnen, in Schlitten und auf Dammgerüsten hergestellt.

Als der Damm im April 1872 schon nahe der Vollendung war, traten in demselben nach vorangegangenen starken Regengüssen bedeutende Ausbauchungen, Setzungen und Abrutschungen ein, deren Ursache theilweise der schlechten Beschaffenheit des zur Anschüttung verwendeten Materials, hauptsächlich aber der bis in den December 1870 hinein, während öfteren Frost- und Schneewetters fortgesetzten Arbeit zuzuschreiben sind. Die während des Winters 1870 entstandenen Gleitflächen lagen tief im Kerne des Dammes, weshalb die vorgenommenen Entwässerungsarbeiten, Terrassirungen und Steinpackungen nur von geringem Erfolg begleitet waren. Dieser Damm gelangte — nachdem fortan mit Aufgebot aller verfügbaren Hilfsmittel bei Verwendung mehrerer Wagenzüge mit Locomotiven in ununterbrochener Tag- und Nacharbeit nur steinigtes Material in denselben gebracht wurde — endlich soweit zur Ruhe, dass im August 1872 die Bahnstrecke Altsohl-Ruttek dem öffent-

Tabelle I.
Leistungen an Erd- und Felsarbeiten.

Nummer des Loses	Gesamt- Masse in m³	Bezeichnung	Masse in m³	Boden- beschaffenheit	Trans- portweite im Mittel m	Betriebsart	Tägliche Leistung eines Arbeiters in m³	Grösste monat- liche Leistung im Jahre 1871 m³	Gesamt- kosten pro 1 m³ in Gulden d. W.	Bemerkungen und Art der Ausführung
1	86.400	Einschnitte	—	Lehm und Fels	—	—	—	—	0·95	durch Sub- unternehmer
	60.600	Materialgruben	—	Lehm u. Schotter	—	—	—	—	0·52	
2 a	357.100	Einschnitte und Materialgruben	—	Lehm und Fels	200	Gerüst und Rollbahn	—	—	0·80	
2 b u. 3 a	573.300	—	—	—	150	—	—	—	1·03	Sub- unternehmer
		offener Einschnitt	60.400	1/3 Schutt mit Steinen, 2/3 mittel- harter Trachyt	250	Rollbahn in Schlitzen und auf Gerüst	2·4	4800, October		
		Material- gewinnungsplatz	121.700	lockerer Berg- schutt mit Steinen	50	zweirädrige Schnappkarren	3·5	13.000, Mai		
		geschlossener Einschnitt	28.250	mittelharter Trachyt	200	Rollbahn in Schlitzen	1·7	2900, October		
		dto.	20.550	2/5 Schutt mit Steinen, 3/5 mittel- harter Trachyt	150	dto.	2·0	2800, Mai		
		offener Einschnitt	23.000	1/2 Schutt, 1/2 Trachyt	150	dto.	2·7	2500, Mai		
		dto.	74.900	1/3 Schutt, 2/3 Trachyt	200	dto.	2·0	5000, Mai		
		Material- gewinnungsplatz	47.500	leichter Schutt	50	Schubkarren und zweirädrige Karren	3·8	6610, April		
		offener Einschnitt	48.400	1/2 Schutt, 1/2 Trachyt	400	Rollbahn	2·3	3700, Juni		
		dto.	23.800	3/5 Schutt, 2/5 Trachyt	150	dto.	2·7	2100, Juni		
3 b	294.400	—	—	—	350	—	—	—	1·41	Regiebau
4	512.200	—	—	—	250	—	—	—	1·09	
		geschlossener Einschnitt	22.000	1/3 Bergschutt, 2/3 mittelharter Trachyt	350	Rollbahn in Schlitzen und auf Gerüst	1·9	2300, October		Subunternehm. später Regiebau
		Material- gewinnungsplatz	22.000	lockerer Berg- schutt	50	Schubkarren und zweirädrige Karren	3·5	je 3200, Juni, September		
		geschlossener Einschnitt	53.100	weicher Sandfels	150	Rollbahn in Schlitzen und auf Gerüst	2·9	je 7000, Mai, Juni		
		dto.	52.100	Schutt m. grossen Felstrümmern	250	Rollbahn mit engl. Betrieb	2·5	10.000, September		
		dto.	20.400	1/3 Lehm, 2/3 lockerer Trachyt	100	Rollbahn in Schlitzen und auf Gerüst	2·8	5500, Juli		
		offener Einschnitt und Material- gewinnungsplatz	81.300	Lehm mit Steinen	300	Rollbahn auf Gerüst	3·2	8300, August		
		geschlossener Einschnitt	72.500	lockerer Trachyt	400	Rollbahn theils in Schlitzen, theils engl. Betrieb	2·5	8000, August		
		offener Einschnitt	41.000	1/3 Lehm, 2/3 lockerer Fels	250	Rollbahn auf Gerüst	2·8	je 5900 Juni, August		
		geschlossener Einschnitt	42.300	mittelharter Trachytfels	300	Rollbahn theils in Schlitzen, theils engl. Betrieb	1·8	5800, August		
		—	—	—	300	—	—	—	1·14	
5	347.900	offener Einschnitt	20.000	1/4 lockerer, 3/4 fester Trachyt	150	Rollbahn	1·7	3600, Juni		Subunternehm. später theil- weise Regie
		geschlossener Einschnitt	26.000	compact Sand und Schotter	350	Rollbahn in Schlitzen	2·0	2800, Juni		
		Material- gewinnungsplatz	25.000	fester Bergschutt mit Steinen	50	Schub- und Schnappkarren	2·6	4300, Mai		
		1/2 offener, 1/2 ge- schlossener sehr tiefer Einschnitt	86.000	mittelharter Trachyt	250	Rollbahn in Schlitzen und auf Gerüst	1·5	7700, Mai		
		geschlossener Einschnitt	25.000	lockerer Trachyt	250	Rollbahn von den Stirnen aus	2·6	2000, April		
	2,231.900	offener Einschnitt	61.000	fester Lehm mit Steinen	300	Rollbahn	2·2	6100, October		

Nummer des Loses	Gesamt- Masse in m³	Bezeichnung	Masse in m³	Boden- beschaffenheit	Trans- portweite im Mittel	Betriebsart	Tägliche Leistung eines Arbeiters in m³	Grösste monat- liche Leistung im Jahre 1871 m³	Gesamt kosten pro 1 m³ in Gulden ö. W.	Bemerkungen und Art der Ausführung		
											der grösseren Abträge	
6	2,231.900 412.250	— offener Einschnitt dto. offener Einschnitt und Material- gewinnungsplatz geschlossener Einschnitt 1/2 geschlossener, 1/2 offen. Einschn. geschlossener Einschnitt	— 23.200 23.800 89.700 47.910 61.800 32.500	— fester Trachyt dto. fester Lehm mit Steinen fester Trachyt mittelharter Trachyt fester Lehm und verwitterter Trachyt	300 300 400 250 300 350 300 aufw.	— Rollbahn Rollbahn auf Gerüst dto. Rollbahn in Schlitzen Rollbahn in Schlitzen und auf Gerüst Rollbahn in Schlitzen	— 1·6 1·5 2·7 1·4 1·7 1·9	— 3100, October 2800, Mai je 7200, Juni, Juli 3400, October 7200, Juni 3200, Juni	1·11	Sub- unternehmer		
7a und 8	520.960	— geschlossener Einschnitt dto. dto. 1/2 geschlossener, 1/2 offen. Einschn. geschlossener Einschnitt dto. offener Einschnitt geschlossener Einschnitt dto. offener Einschnitt geschlossener Einschnitt dto.	— 31.600 20.000 21.000 23.000 40.000 51.600 43.800 56.800 42.600	— fester Lehm mit Steinen mittelharter Trachyt dto. lockerer Fels mittelharter Trachyt dto. 1/2 fester, 1/2 lockerer Trachyt mittelharter Trachyt dto. grösstentheils Fels	300 400 250 200 200 300 450 400 300 250 250	— Rollbahn in Schlitzen dto. engl. Betrieb mit Gerüst Rollbahn in Schlitzen Rollbahn m. engl. Betrieb u. Gerüst Rollbahn m. engl. Betrieb und theil- weise in Schlitzen engl. Betrieb mit Rollbahn auf Hochgerüst dto. dto. Rollbahn und Karren dto.	— 1·5 1·8 1·9 2·6 1·8 1·7 1·8 2·0 1·9	— 4600, September 3000, August 5000, October je 2700, Mai, Juni 3200, September 7100, Mai je 3900, Mai, Juli 4600, Juni 3500, October	1·51		Regiebau	
8b	117.200	Einschnitt und Materialgruben	—	—	250	Rollbahn und Karren	—	—	1·11			Subunternehmer
9	82.800	dto.	—	Erde, Lehm und Schotter	200	dto.	—	—	0·73			dto.
10	87·600	dto.	—	dto.	75	Karren	—	—	0·63			dto.
11	100.640	dto.	—	—	50	dto.	—	—	0·59			dto.
12	129.800	dto.	—	—	100	—	—	—	0·58	dto.		
	3,683.150											

Aus Tab. I resultiren für die tägliche Leistung eines Arbeiters folgende Mittelwerthe:

Bodenbeschaffenheit	Form der Einschnitte	Transport- weite m	Betriebsart	Tägliche Leistung eines Arbeiters incl. Transport m ³
Leichter Bergschutt	offen	50	Schubkarren und zweirädrige Karren	3-8
Lockerer Bergschutt oder Lehm mit Steinen	dto.	50	dto.	3-5
dto.	dto.	250	Rollbahn	2-8
Festgelagerter Bergschutt oder Lehm mit Steinen	dto.	50	Schubkarren und zweirädrige Karren	2-6
dto.	dto.	300	Rollbahn	2-2
Lockerer Trachyt und weicher Sandfels	geschlossen	250	Rollbahn mit englischem Betrieb	2-6
Mittelharter Trachyt	dto.	300	dto.	1-8
Harter Trachyt mit wenig Abgängen	dto.	300	Rollbahn in Schlitzen	1-4
Sehr harter basaltartiger Trachyt	dto.	400	dto.	0-8

lichen Verkehr übergeben werden konnte. Das über das normale Dammprofil abgerutschte und verlaufene Material betrug etwas über $50.000 m^3$, so dass schliesslich die ganze Damm-Masse gegen $290.000 m^3$ ($= 280.000 m^3$ im Einschnitt gemessen) enthielt.

Der Untergrund des Dammes blieb unbewegt, wie auch der grosse Durchlass unter der Bahn keine Beschädigung erlitt und nur der flacheren Böschung entsprechend verlängert werden musste.

Die ganze Bahnpartie, welche den Thalübergang sammt den beiden anschliessenden Einschnitten umfasst, hat eine Länge von $1 km$ und verursachte (ohne Beschotterung) einen Kostenaufwand von $271.100 fl.$, wovon auf die beiden anstossenden, nicht zu umgehenden Einschnitte ca. $62.000 fl.$ entfallen.

Weitere Rutschungen von Belang kamen auf der ganzen Linie Altsohl-Ruttek weder in Dämmen noch in Einschnitten vor.

Erwähnenswerth sind hier ferner die Arbeiten in der Ostrahorapartie Loos 3 b.

Die Ostrahoraschlucht ist in der Bahnhöhe $250 m$ breit und bis zu $50 m$ tief. Zu beiden Seiten des grossen $200.000 m^3$ haltenden Dammes schliessen sich sehr bedeutende Felseinschnitte und am Ende des oberen Einschnittes wieder ein Damm an. Das Wasser der ansteigenden Schlucht wurde an der linksseitigen Lehne derselben durch einen tiefeingeschnittenen Graben gefasst und in einem $3 m$ weiten, $15 m$ unter Schwellenhöhe liegenden gewölbten Durchlass abgeleitet. Da das Niederschlagsgebiet der Schlucht nicht gross ist und der untere Theil des Dammes aus steinigem Material besteht, so konnte eine Hinterfüllung des Dammes, welche andernfalls bis zur Durchlasshöhe hätte reichen müssen, entfallen.

Hätte man aber, um den Damm zu vermindern, die Trace weiter in die Schlucht hineinrücken wollen, so wären zu beiden Seiten derselben bedeutende Tunnelbauten und ausserdem noch eine sehr erhebliche seitliche Materialgewinnung aus den hiezu nicht geeigneten Abhängen der Schlucht erforderlich gewesen.

Die bewegte Erd- und Felsmasse auf dieser nur $1\frac{1}{2} km$ langen Strecke beträgt $294.400 m^3$ (mit durchschn. $350 m$ Transportweite), wovon $46.100 m^3$ auf seitliche Materialgewinnung — grösstentheils für den oberen Damm — entfallen. Die Gesamtkosten für die Einrichtung des Betriebs für Wohnbaracken, Werkstätten, Werkzeuge, Rollbahnmateriale und Wagen, dann für das zweigeleisige, $45 m$ hohe Dammgerüst über die Ostrahoraschlucht und ein eingleisiges $15 m$ hohes, $100 m$ langes Gerüst für den oberen Damm, ferner für Stollen, Schächte, Aufsicht und alle Auslagen stellten sich im Durchschnitt für $1 m^3$ Einschnittsmaterial auf $1.41 fl.$ Dabei hatte der untere $350 m$ lange Felseinschnitt mit senkrechten Wänden eine Cubatur von $73.800 m^3$, die nur auf etwa $\frac{1}{10}$ aus Bergschutt und mit etwa $\frac{9}{10}$ aus einem sehr harten basaltartigen Trachyt ohne Abgänge und Klüftungen bestand. Eine solch' bedeutende compacte Felsmasse konnte selbstverständlich nicht von den beiden Stirnflächen allein aus betrieben werden; man war daher mit Rücksicht auf den kurzen Vollendungstermin

gezwungen, lange Angriffsflächen zu schaffen und diese in Schlitten successive bis auf Schwellenhöhe zu senken. Nahezu die ganze Einschnittsmasse, von der $\frac{1}{3}$ offen, $\frac{2}{3}$ geschlossen war, wurde auf $400 m$ mittlere Entfernung in den Ostrahoradam verführt. Die Gesamtkosten für die Gewinnung, Transport und alle Nebenauslagen betrugen in diesem Einschnitt pro $1 m^3$ $3.10 fl.$ Die grösste monatliche Leistung belief sich im Mai 1871 bei sehr guter Aufsicht auf $6400 m^3$.

Der obere, beinahe durchgehends geschlossene Einschnitt fasste bei $500 m$ Länge und $\frac{1}{2} - \frac{3}{4}$ füssigen Böschungen einen Kubikinhalt von $174.500 m^3$ theilweise aus weichem Trachyt, vorherrschend aber aus einer festen, weissen (caolinartigen) Thonerde bestehend. Derselbe kam zum weitaus grössten Theil in den Ostrahoradam und wurde auf dieser Seite theilweise in Schlitten, theilweise mittelst Stollen und Schächten, auf vier Rollbahnen betrieben. Die grössten monatlichen Leistungen wurden im September und October 1871 mit je $21.000 m^3$ ausgeführt. Die Gesamtkosten beziffern sich im Durchschnitt auf $0.95 fl.$ pro $1 m^3$.

Tunnels.

Sämmtliche Tunnel wurden einspurig nach den Typen auf Taf. XXVIII ausgeführt. Für die gemauerten Tunnelportale kamen im allgemeinen zwei Typen zur Anwendung. Die in Entfernungen von $200 m$ ausgeführten Nischen erhielten $2.2 m$ Breite und Höhe bei $1.8 m$ Tiefe. Die Sohle der Tunnels wurde durch Mörtelpflaster oder Béton geebnet und erhielt in der Mitte einen gemauerten Wasserabzugscanal.

Sowohl das Gewölbe als auch die Widerlager wurden aus bearbeiteten Schichtsteinen in hydraulischem Mörtel ausgeführt, die einzelnen Mauerringe wurden stumpf gestossen.

Die Vergebung der Tunnels fand auf Grund vereinbarter Pauschalpreise pro Meter Tunnel statt. Diese Preise umfassten: die vollständige Herstellung sammt Canal, Sohlenherstellung und die gänzliche Vollendung (ohne Bahnschotter). Für die Herstellung der Portale und Nischen wurden Pauschalpreise pro Stück bezahlt.

Der im Allgemeinen nach der englischen Methode durchgeführte Tunnelbetrieb begegnete keinen besonderen Schwierigkeiten, da die Gebirgsverhältnisse günstig waren. Das durchfahrene Gebirge bestand vorherrschend aus Trachyt, welcher theilweise in sehr compacten Massen vorkam, meist aber in zerklüftetem und verwittertem Zustand auftrat. Im Blaufusstunnel wurde auf einer längeren Strecke Grünstein durchfahren.

Der Wasserzutritt war mit Ausnahme des oberen Theiles des Kehrtunnels im Sohlgrund unbedeutend. An dieser Stelle wurden, nachdem der Sohlenstollen (im Gefälle von $16\frac{0}{100}$) auf $230 m$ und der Vollausschuss auf $190 m$ Länge vorgetrieben war, in der Sohle des Stollens solch' bedeutende Quellen aufgeschlossen, dass man genöthigt war, die Arbeitsstelle schleunigst zu räumen, worauf binnen kurzer Zeit der Stollen und die ausgebrochene Tunnelstrecke soweit mit Wasser angefüllt wurde, dass das Wasser, nachdem es die Sohle des oberen Stollens nahezu erreicht hatte, beim Tunnelmundloch abfloss.

Eine Beseitigung des Wassers und die Wiederaufnahme der Arbeiten im Sohlenstollen wäre nur mit Hilfe sehr kräftiger Pumpen und mit grossem Kostenaufwand möglich gewesen. Man entschloss sich daher den Arbeitsbetrieb von dieser Seite aus auf den Vortrieb des trocken gebliebenen Firststollens zu beschränken, denselben durch ein, im Wasser aufgestelltes Gerüste zugänglich zu machen und im Interesse der baldigen Beseitigung der beim unteren Tunnelangriff erforderlichen künstlichen Ventilation möglichst rasch vorzutreiben; dies konnte denn auch ohne Anstand bis zum erfolgten Firststollen-Durchschlag geschehen. Nachdem die Arbeiten vom unteren Angriff aus, dem Ort des verlassenen Sohlenstollens und der in demselben aufgestauten Wassermasse soweit nahe gerückt waren, dass nur noch eine Zwischenwand von ca. 1 m vorhanden war, wurde dieselbe vorsichtig durchbrochen und dem Wasser ungehinderter Abzug durch den Tunnel verschafft.

In vier Tunnels, nämlich dem Pityelova, Klein-Skalke, Kecka und Sohlgrundtunnel konnten zusammen 450 lfd. Mtr. ohne Ausmauerung belassen werden.

Die Herstellungskosten beliefen sich auf 285—320 fl. pro lfd. Mtr. unausgemauertem Tunnel.

Die ausgemauerten Tunnelstrecken erforderten teilweise einen leichten Deckeneinbau (pro 1 m Tunnel 0.9 m³ Holz à 16 fl.) und nur im Hrenca-Tunnel war, um dem ziemlich stark auftretenden Gebirgsdruck zu begegnen, ein regelrechter Holzeinbau und die Anwendung des Normalprofils III auf längere Strecken erforderlich.

Die Kosten für Beschaffung und Bearbeitung der Mauersteine betrugen je nach der Entfernung der Brüche 14—18 fl., bei der sehr schwierigen Zufuhr für den Blaufustunnel (7½ km Entfernung) aber 20 fl. pro 1 m³.

Die Gesamtkosten für das Meter ausgemauerten Tunnel incl. Canal, Nischen und Portale beliefen sich:

im 360 m langen	Pityelowa-Tunnel	auf 495 fl.
200 m	Skalke	505 fl.
300 m	Kecka	530 fl.
80 m	Lehotka	535 fl.
445 m	Hrenca	580 fl.
635 m	Sohlgrund-	575 fl.
510 m	Blaufuss-	630 fl.

Hiebei war der Sohlenstollenbetrieb in den kleineren Tunnels mit Rücksicht auf den Transport des Einschnittsmaterials geboten.

Die gesamten Tunnelbaukosten betrugen 3,083.000 fl., wonach sich ein Durchschnittspreis von 1155 fl. pro 1 m Tunnel ergibt.

Brücken und Durchlässe.

Wie aus dem Vorstehenden hervorgeht, kamen Viaducte oder Brücken von grösserer Bedeutung nicht vor. Bei dem geringen Niederschlagsgebiet der durchschnittlichen Wasserläufe genügte auf der Gebirgsstrecke gewölbte Durchlässe von 2 bis 6 m Weite, diese liegen jedoch häufig unter sehr bedeutenden Anschüttungen und erhielten daher eine grosse Länge und starke Neigungen. Wo es die Terrain- und Niederschlagsverhältnisse gestatteten, wurde übrigens die Tiefe und Länge der Durchlässe dadurch verringert, dass das Object thunlichst nahe gegen den Einschnitt gerückt wurde.

Tabelle II.

Ausgeführte Brücken und Durchlässe.

Loos-Nr.	Bezeichnung	Licht-weite einzeln	Loos-Nr.	Bezeichnung	Licht-weite einzeln
		Meter			Meter
I	2 offene Durchlässe	4.4	VII u. VIII a	1 gew. Durchlass	6.0
	3 " "	2.8		1 " "	5.0
	11 Durchlässe . .	0.6—1.0		2 " "	4.0
II a	1 gew. Durchlass	4.0	2	3 " "	3.0
	7 Durchlässe . .	0.6—2.0		2 " "	2.0
				1 offener "	2.0
III b	3 gew. Durchlässe	3.0	VIII b	11 Durchlässe . .	0.6—1.0
	3 " "	2.0		1 gew. Durchlass	3.0
	7 Durchlässe . .	0.6—1.0		1 " "	2.0
IV	1 gew. Durchlass	3.0	IX	6 Durchlässe . .	0.6—1.0
	1 " "	1.0		1 offener Durchlass	4.4
V	3 gew. Durchlässe	3.0	X	8 Durchlässe . .	0.6—1.0
	1 " "	2.0		2 Gitterbrücken .	28.5
	10 Durchlässe . .	0.6—1.0		2 offene Durchlässe	7.5
VI	5 gew. Durchlässe	3.0	XI	3 " "	4.4
	12 Durchlässe . .	0.6—1.0		4 Durchlässe . .	0.6—1.0
VII	1 gewölbter Doppel-		XII	1 offener Durchlass	9.1
	durchlass je . .	4.0		2 " "	2.8
	5 gew. Durchlässe	3.0		1 " "	2.0
	7 Durchlässe . .	1.0		9 Durchlässe . .	0.6—1.0
				1 offener Durchlass	6.0
				3 Durchlässe . .	0.6—1.0

Die Gesamtlänge der gewölbten Durchlässe (und Durchfahrten) betrug 1500 m.

Da die Anschüttungen über den Brücken und Durchlässen, bei den starken Neigungen und hohen Anschüttungen über den Objecten mit besonderer Sorgfalt behandelt wurden — blieben diese Objecte auch vollkommen intact und erforderten keinerlei nachträgliche Reconstruction.

(Firststollen-Betrieb bei 15 Monaten Bauzeit).

(Sohlenstollen-	"	14	"	")
(Firststollen	"	16	"	")
(Sohlenstollen-	"	12	"	")
("	21	"	")
("	27	"	")
("	27	"	")

Die Typen für geneigte Durchlässe sind auf Taf. XXVIII dargestellt.

Die Kosten der verschiedenen Mauerwerksgattungen (in magerem Mörtel) stellten sich, bei reichlich vorhandenem Steinmaterial, das grösstentheils aus den Einschnitten gewonnen werden konnte, wie folgt:

Fundamentmauerwerk von 6—7 fl. pro 1 m³, ordinäres lagerhaftes Bruchsteinmauerwerk für Widerlager von 10 bis 12 fl. pro 1 m³, bearbeitetes lagerhaftes Mauerwerk bei offenen Objecten von 15—17 fl. pro 1 m³, bearbeitetes Gewölbmauerwerk incl. Rüstung von 21—23 fl. pro 1 m³, rauhe Fundamentquader von 27—30 fl. pro 1 m³, rein bearbeitetes Quadermauerwerk von 33—36 fl. pro 1 m³, Trockenpflaster 0.15 m stark von 0.85—1 fl. pro 1 m², Trockenpflaster 0.3 m stark von 1.20—1.40 fl. pro 1 m², Pflaster in hydraulischem Mörtel 0.15 m stark von 1.25—1.40 fl. pro 1 m², Pflaster in hydraulischem Mörtel 0.3 m stark von 2.10—2.30 fl. pro

1 m². Bei sämtlichen Einheitspreisen ist die Bearbeitung der sichtbaren Flächen des Mauerwerkes und die Verfüguug im Preise inbegriffen. In Fällen, wo geeignetes Material aus den Einschnitten und Tunnels überflüssig war, wurde den Unternehmern gestattet, dasselbe zu Mauerwerk unentgeltlich von der Gewinnungsstelle aus zu beziehen.

Nebenanlagen.

Strassenumlegungen und Zufahrtsstrassen in grösserer Ausdehnung wurden nur auf dem 1., 5., 10., 11. und 12. Loos ausgeführt. Der Strassengrundbau wurde je nach der leichteren oder schwierigeren Beschaffung des Steinmaterials mit 0.90—2.30 fl., die Beschotterung mit 0.90—1.20 fl. pro 1 m³ bezahlt.

Fluss- und Uferschutzbauten kamen auf dem 1. Loos an der Gran und auf dem 10. Loos an der Thurocz, ausserdem nur in unbedeutendem Maasse zur Ausführung.

Für das Brechen und Beistellen des Materials und das Herstellen der Steinwürfe aus möglichst grossen Steinen, die unter Wasser mit eisernen Stangen zu ordnen waren, wurde pro 1 m³ 3.50 fl., für geschlichtete Steinsätze pro 1 m³ 2.30 fl. und für 0.6 m hohe Flechtwerke aus 1.5 m langen Pfählen pro 1 m 0.37 fl. bezahlt.

Beschotterung der Bahn und der Bahnhöfe.

Der Schotterkörper wurde auf den Gebirgsstrecken durch Steinbankete gefasst und enthielt in Felseinschnitten (bei 0.5 m Höhe) ausschliesslich des Banketes 1.6 m³, in Erdeinschnitten und Dämmen (bei 0.3 m Höhe) 1.0 m³, in Tunnels 2.5 m³ Schotter pro Meter Geleise.

Auf den Thalstrecken kam Kiesschotter, auf den Gebirgsstrecken grösstentheils Schlägelschotter zur Verwendung. Ersterer wurde auf der nördlichen Strecke mittelst Materialzügen bis Berg verführt. Die Kosten für das Erzeugen, Verführen und Einbringen des Schotters stellen sich pro Kubik-Meter auf 0.70—1.60 fl. Die Herstellung der einfachen Steinbankete sammt Beistellen der Steine (jedoch ohne Gewinnung derselben) kostete pro Meter 0.70—0.80 fl.

Verschiedenes.

Bei den Unterbauarbeiten auf der 51 km langen Bergstrecke standen in den Sommermonaten des Jahres 1871 täglich 6000 bis 7000 Arbeiter in Verwendung. Diese waren grösstentheils aus Südtirol, dem österreichischen Küstenlande und aus Ober-Italien beigezogen. Für dieselben mussten entsprechende Einrichtungen für Unterkunft, Verpflegung etc. getroffen werden.

Die Arbeitslöhne stellten sich im Jahre 1871:

Für gewöhnliche Arbeiter	auf	1.00—1.40 fl.
„ Felsarbeiter	„	1.40—1.80 „
„ Mineurs	„	1.70—2.30 „
„ Maurer	„	2.00—2.30 „
„ Steinhauer	„	2.50—3.00 „
„ Kleingewerke (Schmiede, Wagner etc.) „	„	2.00—2.50 „
„ zweispännige Fuhrwerke s. Kutscher „	„	6.50—8.00 „

Als Sprengmaterial wurde vorzugsweise ärarisches Sprengpulver und nur in den härtesten Gebirgsarten Dynamit verwendet. Ein Zoll-Centner Sprengpulver kostete loco Baustelle 38—40 fl., ein Zoll-Centner Dynamit I. Qualität kostete loco Baustelle 120 fl.

Der Aufwand an Sprengmaterial kam im Durchschnitte bei offenen Felseinschnitten zu stehen:

In hartem	Trachyt pro 1 m ³ Fels auf	0.35 fl.,
„ mittelhartem	„ „ „ „ „	0.25 „
„ lockerem	„ „ „ „ „	0.10 „

Es mag noch erwähnt werden, dass mit Ende Jänner 1873 die Abrechnungen sämtlicher Unterbauarbeiten vollständig abgewickelt und bereinigt waren.

Auf Grund dieser Abrechnungsergebnisse ergeben sich die in Tab. III. dargestellten Unterbaukosten exclusive Geschäftsleitung und Aufsicht seitens der General-Bau-Unternehmung pro Kilometer für sämtliche Arbeitsgattungen in Gulden österr. Währung, und zwar:

Auf der 11.0 km langen südl. Thalbahn Bucs-Jalna 17.100 fl., auf der 33.8 km langen südl. Bergbahn Jalna-Kremnitz-Berg 133.500 fl., auf der 16.6 km langen nördl. Bergbahn Berg-Unterstuben 69.670 fl., auf der 33.2 km langen nördl. Thalbahn Unterstuben-Ruttek 14.130 fl.

4. **Oberbau.** Der Oberbau der Strecke Altsohl-(Bucs-) Ruttek besteht aus 6.5 m und 5.5 m langen, 122 mm hohen, pro Meter 35.5 kg schweren Eisenschienen mit ruhendem Stoss; 2.5 m langen, 25—30 cm breiten, 15 cm hohen eichenen Stosschwellen und 2.5 m langen, 17—25 cm breiten, 15 cm hohen eichenen Zwischenschwellen, deren letztere auf eine 5.5 m lange Schiene 5 Stück, auf einen 6.5 m lange Schiene 6 Stück verwendet wurden. Ausser den Stossplatten wurden, in stärkeren Curven, auch Mittelplatten verwendet, und zwar ohne Rücksicht auf die Länge der Schienenstösse: In Curven von 275 m Rad. bis 400 m Rad. 4 Stück, in Curven von 400 m Rad. bis 600 m Rad. 2 Stück, ferner erhielt die äussere Kante des äusseren Schienenstranges in Curven mit einem kleineren Halbmesser als 600 m eine doppelte Nagelung.

Das Gewicht einer Platte beträgt 2.25 kg, das einer Lasche 4.25 kg, das eines Bolzens 0.375 kg, endlich das eines Nagels 0.25 kg.

Die Zwischenstationen haben, zwischen den Endweichen, eine horizontale Strecke von 450 m, der Bahnhof Ruttek hat eine solche von 1535 m.

Es wurden im Ganzen, einschliesslich der 8 Stationen mit je 3 bis 7 Ausweichen und des Bahnhofes Ruttek mit 40 Weichen, folgende Oberbaumaterialien verwendet:

Eichene Stosschwellen 17.200 Stück, eichene Zwischenschwellen 98.000 Stück, eichene Schwellen für Weichen sammt Kreuzungen 82 Garnituren,

Schienen 6.05 m lang	29.160 Stück	} zus. 7860 t
„ 6.45 m „	3.412 „	
„ 5.05 m „	1.730 „	
Stossplatten	34.406 Stück	} zus. 125 t
Mittelplatten	21.476 „	
Laschen	68.962 „	— 288 t
Schraubenbolzen	138.280 „	— 25 t
Schienennägel	620.900 „	— 150 t

Weichen und Kreuzungen 79 Stück nebst 3 Stücken als Reserve, rechtwinklige Bahndurchschneidungen 5 Stück, kleine Drehscheiben von 4.6 m Durchmesser 15 Stück, grosse Drehscheiben von 12 m Durchmesser 1 Stück.

Die im inneren Strang der Curven zur Verwendung gekommenen Schienen wurden schon im Walzwerke in ent-

Tabelle III.

Unterbaukosten der Strecke Altsohl-(Bucs-)Ruttek
pro Kilometer in Gulden (exclusive Kosten für Geschäftsleitung und Aufsicht seitens der General-Bau-Unternehmung).

L o o s			Erdarbeiten und Stütz- mauern	Tunnels	Brücken und Durch- lässe	Neben- Anlagen	Beschotte- rung der Bahn und Bahnhöfe	Gesamt- Unterbau- Kosten	Bemerkungen
Bezeichnung	Nr.	Länge in Kilo- meter							
Südliche Thalbahn.									
Bucs-Jalna.	I.	11.00	10.340	—	1.490	3.180	2.090	17.100	Incl. Station Gran-Bresnitz.
Südliche Gebirgsbahn.									
Jalna-Pityelova	II a	4.10	69.710	—	10.250	290	1.900	82.150	Incl. 2640 fl. pro 1 km für Stütz- und Futtermauern.
Pityelova-Ostrahora . .	II b u. III a	6.90	88.100	63.300	8.200	—	2.640	162.240	
Ostrahora	III b	1.50	277.400	—	8.460	—	2.600	288.460	
Ostrahora-Schwabenhof .	IV	6.45	86.190	7.780	5.760	460	3.040	103.230	Incl. Station Lehotka.
Schwabenhof-Kremnitz .	V	7.45	54.820	34.900	6.450	540	3.250	99.960	Incl. Station Kremnitz und 1890 fl. für Stütz- und Futtermauern.
Kremnitz-Berg	VI	7.40	64.450	84.610	11.180	80	3.570	163.880	Incl. 2690 fl. pro 1 km für Stütz- und Futtermauern.
Jalna-Berg		33.80	81.390	40.630	8.250	260	2.970	133.500	
Nördliche Gebirgsbahn.									
Berg-Station Turczek. .	VII und VIII a	11.20	70.440	2.510	9.670	450	4.890	87.960	Incl. Station Berg und 164 fl. pro 1 km für Stütz- und Futtermauern.
Turczek-Unterstuben . .	VIII b	5.40	24.200	—	4.470	50	3.030	31.750	
Berg-Unterstuben		16.60	55.400	1.690	7.980	320	4.280	69.670	Incl. Station Turczek.
Nördliche Thalbahn.									
Unterstuben-Bodovice. .	IX	11.00	5.470	—	700	200	2.240	8.610	Incl. Station Stuben.
Bodovice-Pribocz . . .	X	8.00	6.870	—	10.150	1.190	1.990	20.200	Incl. Station Pribocz.
Pribocz-Prickopa . . .	XI	10.30	5.750	—	1.650	570	1.990	9.960	Incl. Station St. Marton.
Prickopa - Ende Bahnhof Ruttek	XII	3.90	19.250	—	1.540	590	6.820	28.200	Incl. Bahnhof Ruttek ca. 1500 m lang, 70 m breit.
Unterstuben-Ruttek		33.20	7.520	—	3.370	600	2.640	14.130	

sprechender Anzahl auf das verkürzte Maass angefertigt, so dass die Arbeit des Abhauens der Schienen auf ein Minimum reducirt wurde.

Die Eisenbestandtheile des Oberbaues, die Weichen, Kreuzungen, Drehscheiben im Gesamtgewichte von 8500 t wurden von den Stationen Altsohl, beziehungsweise Sillein aus, auf theilweise sehr schlechten Strassen durch Spediteure vertragsmässig auf die verschiedenen Lagerplätze an der Strasse oder Bahn verführt. Für diese Verfrachtung wurde einschliesslich das Auf- und Abladen pro Kilometer und Tonne 0.32 fl. bezahlt.

Die Schwellenbeschaffung war mit unerwarteten Schwierigkeiten verknüpft, nachdem aus den nur 17 km von der Thurocz-Linie entfernten herrschaftlichen Waldungen bei Pribitz (Neutraer Comitatz), welche grosse Eichenbestände enthielten, wegen der unverhältnissmässig hohen Forderungen des Besitzers keine Schwellen bezogen werden konnten. Die General-Unternehmung war daher schliesslich genöthigt, 50.000 Stück Schwellen durch Lieferanten, aus den ärarischen Waldungen bei Altsohl sowohl als aus dem unteren Granthal, die weite Strecke über Kremnitz bis Ruttek zu bringen. Ausserdem war sie genöthigt, das Holz für 30.000 Schwellen, welche ihr durch das Entgegenkommen benachbarter Grundbesitzer und Gemeinden angeboten wurde, aus den unmittelbar an der Bahnlinie gelegenen

oder nicht sehr weit entfernten Eichenwaldungen zu beziehen und die Anfertigung der Schwellen selbst vorzunehmen. Auf diese Weise beschafft, kamen Stoss- und Zwischenschwellen loco Baustelle im Durchschnitt auf 2.57 fl. ö. W. pro Stück zu stehen.

Für das Legen des Oberbaues blieb wenig Zeit übrig, weshalb dieses Geschäft, namentlich auf der Gebirgsstrecke, mit allen Mitteln forcirt werden musste.

Diese Arbeit wurde durchgehends in Accord vergeben und theils durch die Unternehmer des Unterbaues, theils durch herbeigezogene geübte neue Accordanten ausgeführt. Hierbei wurde für das Verführen des Oberbau-Materials auf Bahnwagen von den Lagerplätzen aus, für das Legen und Erhalten des Oberbaues bis zur ersten Probefahrt, nach welcher die Bahn in gutem Zustand zu übergeben war, einschliesslich der Beistellung und Erhaltung des Werkzeuges im Durchschnitt auf den Thalstrecken der Preis von 0.66 fl., auf den Gebirgsstrecken 0.70 fl. pro Meter Geleise, ferner für das Abbinden und Legen einer Ausweichvorrichtung sammt den zwischenliegenden Geleisen vom Stoss vor der Weiche bis zum zweiten Stoss hinter der Kreuzung 68 fl. ö. W. pro Stück bezahlt.

5. Hochbau, mechanische Einrichtungen und Mobiliar. Gebäude-Anlagen. Die Hochbauten wurden in einfacher Weise, der Sockel in Steinrohbau, die Brüstungen über

dem Sockel, das Gurtgesimse, das Hauptgesimse, die Fensterbögen und Kamine aus Stein- oder Backstein-Rohbau, das übrige Mauerwerk verputzt ausgeführt; die Treppen sind in Stein hergestellt. Die sichtbaren Holztheile wurden gehobelt und dreimal mit Oelfarbe angestrichen, die Dächer sind mit 0.4 m langen, 0.08 m breiten, 0.03 m dicken, föhrenen Schindeln auf Latten, die Dachvorsprünge auf Bretterverschalungen doppelt eingedeckt.

Die Aufnahms- und Restaurations-Gebäude der grösseren Stationen erhielten auf der Bahnseite eine 3 m breite gepflasterte Veranda in Verbindung mit den beiderseitig ausgeführten Nebengebäuden. Die Güterschuppen haben einen 1.3 m hohen, gemauerten Unterbau, beiderseitig vorspringende Perrons, eichene Mauerschwellen, äussere gehobelte Verschalung mit Deckleisten, innere 1.3 m hohe Brüstung aus 0.04 m starken Laden und einen Fussboden aus 0.05 m starken, rauhen, stumpfgestossenen Dielen.

Die Wächterhäuser der Strecke sind 7.05 m lang, 5.75 m breit und enthalten unter dem, auf einer Seite verlängerten Dachvorsprünge ein Nebengebäude sammt Schweinestall, ferner einen kleinen Vorraum und zwei 2.5 m hohe Zimmer. Die Ausführung erfolgte mit einem Sockel von Stein oder Backstein-Rohbau, 0.45 m starken, innen und aussen verputzten Umfassungsmauern mit zwei gemauerten Giebeln und einem Schindeldach. Die Kosten betrugen sammt Nebengebäuden, Trinkwasser- und Gartenanlagen im Durchschnitte 1940 fl. pro Stück.

Sämmtliche Stationsplätze und Wärterstationen erhielten Trinkwasseranlagen und Gärten.

Der Hochbau von vier Stationen wurde in Regie, jener der fünf andern Stationen im Pauschalaccord durch Unternehmer ausgeführt u. zw. auf Grund genauer Baubeschreibungen und Zeichnungen für jedes einzelne Gebäude. Es war für die Fundation eine Grenze festgesetzt, deren Ueberschreitung mit früher vereinbarten Einheitspreisen in Berechnung kam. Die Maurer- und Zimmerarbeiten der Wärterhäuser auf den offenen Bahnstrecken wurden durch die betreffenden Unterbau-Unternehmer ausgeführt.

Die Ausführungskosten der verschiedenen Stationsgebäude, ausschliesslich der Kosten aussergewöhnlicher Fundierungen, stellten sich bei 3 m Höhe von Kellersohle bis zum (0.7 m über Schwellenhöhe liegenden) Parterre-Fussboden, ferner bei 4 m Höhe zwischen diesem und dem Fussboden des ersten Stockes und 3.5 m Höhe von da bis zum Dachboden, bei der Annahme der Fundamenttiefe für den unterkellerten Theil mit 0.5 m unter Kellersohle, für die nicht unterkellerten Theile mit 1.3 m unter Schwellenhöhe, pro 1 m² wie folgt:

Aufnahms-, Restaurations-, Bureau- und Wohn-Gebäude mit Parterre und erstem Stock,	
unterkellert	95 fl. ö. W.
nicht unterkellert	79 „
Veranda mit Nebengebäuden, gepflastertem Trottoir und Zinkdach auf einfach abgefastem, gehobelten Holzgespärre und eben solchen Säulen	32 „

Aufnahmsgebäude, ebenerdig mit 4 m Stockhöhe und Anbauten des Restaurationsgebäudes, unterkellert	64 fl. ö. W.
nicht unterkellert	52 „
Güterschuppen vom Fussboden bis zum First 5 m hoch, mit 2 m weiten, 2.3 m hohen Thoren	33 „
Locomotiv-Remise mit Steinsockeln, sammt Entleerungsgruben, Schächten und Werkbänken	47 „
Kohlenschuppen und Magazin mit Steinsockel	33 „
Wasserstationsgebäude, Mittelbau 10 m hoch, ohne die Reservoirs und die mechanische Einrichtung	70 „
Anbauten hiezu, ebenerdig, unterkellert	61 „
nicht unterkellert	50 „
Doppeltes Wärterhaus, unterkellert	50 „
nicht unterkellert	39 „
Nebengebäude zu denselben	23 „

Mechanische Ausrüstung der Wasserstationen.

Da eine directe Zuleitung des Wassers in die Reservoir der vier Wasserstationen unverhältnissmässig grosse Kosten verursacht hätte, so wurden ausserhalb der Gebäude liegende Brunnenschächte abgeteuft und deren Ergiebigkeit, wo es nöthig war — wie in Lehotka und Berg — durch Zuleitungen auf das erforderliche Wasserquantum von mindestens 12 m³ pro Stunde verstärkt.

Besondere Schwierigkeiten verursachte aber die Wasserbeschaffung für die 107 m über der Thalsohle gelegene Station Lehotka, in deren Höhenlage das nothwendige Wasserquantum nicht erhalten werden konnte. Man war daher gezwungen, in der Thalsohle einen Brunnen anzulegen, diesem den, kurz vor seiner Einmündung in den Kremnitzer Bach, gefassten Lehotka Bach in einer Rohrleitung zuzuführen und das Wasser durch ein Druckwerk in das 115 m höher gelegene Reservoir zu heben, wozu eine zehnpferdige Dampfmaschine verwendet ist.

In Berg wurde, zufolge eines Uebereinkommens mit der k. Berghauptmannschaft, die unmittelbar an der Station vorbeiführende bedeutende Wasserleitung durch eine selbstthätige Ventilvorrichtung und eine kurze Leitung mit dem Wasserstationsbrunnen in Verbindung gebracht. Diese, für Bergbauzwecke schon vor sehr langer Zeit errichtete, mehrere Meilen lange, theils in Stollen, theils in offenem 1.5 m breiten Gerinne geführte Leitung entnimmt ihr Wasser einem entfernt gelegenen Quellengebiet des Thuroczflusses und bringt dasselbe über die Einsattlung bei Berg, dann dem südlichen Abhange des Gebirges entlang zum Betrieb der verschiedenen Gewerke in der Umgebung von Kremnitz.

Mobiliar. Die Bureaux der Stationen, die Güterschuppen, Locomotivremise, Wasserstationen und Wärterhäuser erhielten eine für den Verkehrs- und Maschinen-dienst erforderliche Mobiliar- und Geräte-Ausrüstung.

Die Gesamtkosten für den Hochbau, die mechanische Ausrüstung und das Mobiliar der Strecke Altsohl- (Bucs-) Ruttek beliefen sich pro Kilometer auf 7600 fl.

6. Abschluss und Distanzierung der Bahn. Die einfachen leichten Einfriedungen für die offene Strecke wurden

aus unabgerindetem Rundholz mit 2.5 m von einander entfernt, 1 m tief im Boden, 1.4 m über dem Boden stehenden 0.13 m dicken Säulen und zweifachen 0.08 m breiten halbrunden Querstangen hergestellt. Die Verdichtung derselben wurde mittelst einer weiteren Querstange bewerkstelligt.

Die schweren Einfriedungen entlang von Strassen etc. haben 0.18 m starke aber nur 1.2 m über den Boden hervorragende Säulen, im Uebrigen die gleiche Anordnung wie die leichten.

Die Stationseinfriedungen erhielten 0.18 m starke, 1.4 m über den Boden hervorragende Säulen und wurden mit Stäben verdichtet.

Es kamen auf der Strecke Altsohl- (Bucs-) Ruttek zur Ausführung:

leichte einfache Einfriedungen	80.600 m	à 0.36—0.41 fl.
„ verdichtete	32.000 „	à 0.43—0.48 „
schwere einfache	19.000 „	à 0.45—0.50 „
„ verdichtete	10.000 „	à 0.50—0.57 „
Staketen-Einfriedungen	10.600 „	à 0.73—0.80 „
Einfügelige Gehthüren auf den Stationen	14 Stück	à 10 „
Drehthore s. Gehthüren	8 „	à 14 „
Ausgangsthore	5 „	à 90 „

Schranken. Alle in die Erde zu stehen kommenden Holztheile wurden aus Eichenholz, die übrigen Bestandtheile aus Tannenholz hergestellt, die sichtbaren Theile — mit Ausnahme der Pflöcke für die Zugleitungen — sind gehobelt und sammt den Eisenbestandtheilen mit einem dreifachen Oelfarbenstrich versehen. Ausgeführt wurden:

Drehbarrieren m. 2 Warnungstafeln 3 m weit, 4 Paare à 120 fl.

„	4 „	26 „	à 121 „
„	6 „	11 „	à 140 „
„	7 „	1 „	à 144 „
„	8 „	9 „	à 149 „
Zugbarrieren	2 „	1 „	à 452 „
„	3 „	2 „	à 460 „
„	4 „	28 „	à 464 „
„	6 „	5 „	à 470 „

Zugleitungen in durchschnittlicher

Länge von 570 „ 36 Stück à 85 „

Hektometerpflöcke aus Eichenholz 0.8 m lang, 0.14 m stark, zusammen 970 Stück à 0.50 fl.

Kilometersteine, rein bearbeitet, 1.3 m lang, 0.38 m breit, 0.25 m dick, die Nummern eingemeisselt, zusammen 96 Stück à 8 fl.

Gradientenzeiger und Säulen aus gehobeltem Eichenholz und auf Holz geschraubte Zinktafeln zusammen 50 Stück à 16 fl.

Freistehende Warnungstafeln, die Säulen aus gehobeltem Eichenholz und auf Holz geschraubte Zinktafeln, zusammen 90 Stück à 22 fl.

Die Gesamtausgaben für Abschluss und Distanzierung der Bahn betrugen pro Kilometer 1040 fl.

7. **Signalvorrichtungen.** Betriebstelegraph. Der Betriebsdraht wurde an der, von der Staatsverwaltung hergestellten Telegraphenleitung befestigt.

Tabelle IV.

Vergleichende Zusammenstellung charakteristischer Daten von Gebirgsstrecken.

Bezeichnung der Bahnstrecke	Höhen-Differenz in Metern	Maximal-Steigung pro mille	Minimalradius in Metern	Gesamtlänge in Kilometer	Tunnels in Proc. der Gesamtlänge	Viaducten u. Brücken über 20 m in Proc. der Gesamtlänge	Einschnitte und Dämme in Proc. der Gesamtlänge	Quantitäten pro 1 m offene Bahn- strecke		Kosten pro Kilometer der Gesamtlänge *)						Anlage für ein oder zwei Geleise	Durchschnitt- liche Kosten für 1 m Tunnel	Bemerkungen
								Erdausbeut. in Kubik- Meter *)	Stützmauer in Kubik- Meter	Erd- arbeiten und Stütz- mauern	Tunnel	Brücken und Durch- lässe	Strassen- und Fluss- bauten	Bescho- terung der Bahn u. Bahn- höfe	Zu- sammen f. Unter- bau und Bescho- terung			
Ungar. Nordbahn.																		
Jalna-Berg	512	16	275	33.80	7.80	0	92.2	85.2	0.20	179060	89380	18160	570	6520	293690	1	1155	Gebirge vorherrschend fester Trachyt. Von den Tunnels, worunter zwei Kehrtunnel, bleiben 16% der Gesamtlänge ohne Mauerung.
Berg-Unterstuben . .	285	16	275	16.60	0.24	0	99.8	30.5	0.12	121870	3720	17560	710	9420	153280	1		
Gotthardbahn (ohne Gotthard-Tunnel).																		
Silenen - Göschenen (Erstfeld)	634	26	280	25.51	28.6	3.7	67.0	67.5	2.20	194010	381230	101960	19280	7520	704000	1	1340	Gebirge Gneissgr. Glimmer und Talkschiefer. 12 grosse Thalübersetzungen, 3 Kehrtunnel, 2 Wild- bäche, 6 Lawinen-Gal., 8 grosse Thalübersetzungen, 4 Kehrtunnel, 1 Galerie, bedeutende Uferschutz- bauten.
Airolo-Bodio, Biasca .	849	27	280	41.89	19.3	1.6	79.0	48.0	0.80	106160	264240	57980	19820	5440	453640	1	1370	
Brennerbahn.																		
Innsbruck-Patsch . .	195	25	285	8.40	17.4	0.6	82.0	134.7	5.11	378860	279520	44330	9600	13450	725760	2	1605	Gebirge vorherrschend Thon und Glimmerschiefer. Die Tunnels sind durch- gehends ausgemauert. Enthält eine grosse Thal- übersetzung.
Orleansbahn. ***)																		
Murat-Lioran . . .	254	30	300	10.99	0.50	5.1	94.4	45.1	2.80	155380	5450	91060	Die Kosten sind in den anderen Arbeits-Gattun- gen inbegriffen.	9440	261330	1	1062	Gebirge: Trachyt u. Conglo- merat. Sämtliche Tunnels sind durchgehends ausge- mauert. 14 grössere Viaducte und Brücken.
Lioran - Vic sur Cère (ohne Lioran-Tunnel)	422	30	300	15.35	4.10	3.9	92.0	33.7	1.92	109460	43490	80250		9420	242620	1	1058	

*) Die Kosten der Projectirung, Bauleitung, Verzinsung des Anlage-Capitals sind in den Zahlenangaben nicht inbegriffen. (1 fl. ö. W. ist gleich 2.20 Frs. gesetzt.)

**) Die Aushube für Galerien und Kunstbauten sind nicht inbegriffen.

***) Die Daten sind dem Nördling'schen Werke „Compte rendu statistique de la construction de la Section de Murat à Vic-sur-Cère“ entnommen.

†) Einschiesslich Trockenmauern, aber ausschliesslich Steinsätze.

Ausgeführt wurden:

Drahtleitung und Isolirung 95.6 km à 62 fl.
Morsé'sche Stationsapparate, ganz ausgerüstet:
für die Endstation Ruttek 470 „
für zwei Zwischenstationen mit Linienbatterien
(Kremnitz und Stuben) je 540 „
für die übrigen einfachen Zwischenstationen je . . . 515 „
eine Reserve-Einrichtung 450 „

Glockenwerke. Der Draht wurde an der Staatsleitung befestigt und der Anordnung die eventuelle Benützung der Glockensignallinie als Sprechlinie zu Grunde gelegt. Drahtleitung und Isolirung wie beim Betriebsdraht. Die vollständige Ausrüstung der Endstation und einer Zwischenstation kostete zusammen 635 fl.
70 Wärterglockenwerke sammt Reserve à 135 „

Optische Signalmittel. Drehbare Distanzsignale sammt elektrischen Control-Apparaten 17 Stück à 725.— fl.
Weichenlaternen 79 Stück à 17.50 „
Handsignallaternen 77 „ à 5.50 „
Handsignalscheiben 128 „ à 3.15 „
Handsignalfahnen mit Lederhülsen, und Büchsen mit Knallsignalen 77 Stück à 6.15 „
Gesamtausgabe für Signalvorrichtungen pro Kilometer 446.— „

D. Vergleichung mit anderen Gebirgsbahnen und Schluss- ergebniss.

In Tab. IV habe ich die charakteristischen Daten der Gebirgsstrecke der ungarischen Nordbahn denen der Gebirgsstrecken dreier anderer Bahnen, nämlich der Gotthardbahn, der Brennerbahn und der Orleansbahn gegenüber gestellt.

Vergleicht man diese Daten, so ergibt sich, dass auf der Strecke Jalna-Berg (33.8 km langen Südrampe) der ungarischen Nordbahn eine beträchtlich grössere Erd- und Felsbewegung zu bewältigen war, als auf den Bergstrecken der Gotthardbahn und der Orleansbahn und dass dieselbe nur von derjenigen auf dem ersten Loose der Brennerbahn übertroffen wird, wobei zu bemerken ist, dass die übrigen Loose der Brennerbahn (mit Ausnahme des zweiten), betreffend die auf denselben stattgefundene Erd- und Felsbewegung, kaum derjenigen der Gotthardbahn gleichkommen und dass das zweite Loos, Patsch-Matrey der Brennerbahn ganz ungewöhnliche colossale, keinen Vergleich zulassende Verhältnisse aufweist.

Besonders aber ist aus Tab. IV der schwierige Charakter der Gotthardbahn ersichtlich. Diese Gebirgsbahn weist eine sehr bedeutende Länge von Tunnelstrecken zufolge der durch den Mangel geeigneter Seitenthäler gebotenen, grösstentheils unterirdischen Bahnentwicklung, sowie eine grosse Zahl bedeutender Thalübersetzungen, Wildbach- und Lawinendurchschneidungen auf.

Dabei wurden die sämtlichen Tunnels der Gotthardrampen, mit Ausnahme des einspurigen 43 m langen gemauerten Buscerina-Tunnels (auf der Südrampe) in der Höhe von 7 m (über Schwellenhöhe) ausgesprengt. Die Zahl und Gesamtlänge der Tunnel und Galerien der Gotthardbahn beträgt: auf der Nordrampe 21 Stück in der Gesamtlänge von 7295 m, auf der Südrampe 12 Stück in der Gesamtlänge

von 8087 m; hierunter sind inbegriffen auf der Nordrampe 3 Kehrtunnel in der Länge von 1476, 1084 und 1090 m, auf der Südrampe 4 Kehrtunnel in der Länge von 1568, 1560, 1508 und 1547 m.

Es beträgt ferner die Gesamtlänge:

1. der einspurigen Tunnelstrecken ohne Mauerung auf der Nordrampe 650 m, auf der Südrampe 1260 m.

2. der einspurigen Strecken mit Felswiderlagern und einem gemauerten Deckengewölbe für zweispurige Anlage auf der Nordrampe 1365 m, auf der Südrampe 430 m.

3. der einspurigen Strecken mit einem gemauerten, einem natürlichen Widerlager und mit einem Deckengewölbe für zweispurige Anlage auf der Nordrampe 2530 m, auf der Südrampe 2534 m.

4. der doppelspurigen Tunnelstrecken mit vollständiger Ausmauerung auf der Nordrampe 2750 m, auf der Südrampe 3820 m.

Die Tunnelherstellungskosten an der Gotthardbahn betragen im Durchschnitt pro Meter auf der Nordrampe 1340 Frs., auf der Südrampe 1370 Frs.

Tabelle V.

Vergleichende Zusammenstellung
charakteristischer Daten der Gebirgsstrecke Jalna-Berg der ungarischen Nordbahn und der Gebirgsstrecke Lioran à Vic sur Cère der Orleansbahn.

Bezeichnung	Jalna-Berg	Lioran-Vic.	Bemerkungen
Gesamtlänge in Kilometer . . .	33.8	15.35	ohne Lioran-Tunnel
Länge der Tunnels in Procenten der Gesamtlänge	7.8	4.1	„ „ „
Länge der Curven mit dem Minimalradius in Proc. der Gesamtlänge	60	40	
Länge der Geraden in Procenten der Gesamtlänge	30	50	
Quantitäten der Erd- und Felsarb. pro 1 m offene Bahnstrecke . .	85.20 m ³	33.66	
Quantitäten der Stütz- und Futtermauern pro 1 m offene Bahnstrecke	0.2 m ³	1.92	
Gesamtbreite der durchschn. Seitenthäler in Proc. d. Gesamtlänge	5	4	
Mittlere Höhe der Bahn über der Sohle der Seitenthäler . . .	22 m	13 m	
Quadratfläche d. durchschn. Seitenthäler pro 1 km offene Bahnstrecke	1190 m ²	530 m ²	
Durchschnittliche Kosten pro 1 m ² durchschn. Seitenthal bei Ausführung von Viaducten . . .	—	79.3 Frs.	
Durchschnittliche Kosten pro 1 m ² durchschn. Seitenthal bei Ausführung von Dämmen mit gewölbten Durchlässen	42.5 Frs.	—	Kosten für längeren Transport aus den Einschnitten inbegriffen.
Preis für 1 m ³ Mauerwerk bei Viaducten, Brücken und Durchl.	30—40	26—37 Frs.	
Gesamtkosten für Unterbau pro 1 km der Gesamtlänge . . .	293.690	242.620 „	
Dauer der Bauzeit	27	30 Monate	

Ein weiteres interessantes Resultat geht aus dem Vergleich der in den Tab. IV und V gegenüber gestellten Daten über die Südrampe Jalna-Berg der ungarischen Nordbahn

und die Bergstrecke Lioran-Vic der Orleansbahn hervor. Es ergibt sich nämlich hieraus, dass die Strecke Jalna-Berg bewegteres Terrain durchzieht, tiefer in die Berglehne eingeschnitten ist und doppelt soviel Quadratfläche an Seitenthälern mittelst Dammbauten durchschneidet als die Strecke Lioran-Vic, auf welcher Viaducte angewendet wurden. Fasst man hiebei die Kosten und den Umstand in's Auge, dass bei der ungarischen Nordbahn der Untergrund der Dämme und das zur Anschüttung derselben verwendete Material von guter Beschaffenheit ist, so kann wohl kein Zweifel darüber ausgesprochen werden, dass das bei dem Bau dieser Bahn befolgte Princip der Nichtanwendung von Viaducten das richtige war. Selbst in dem für die Dammherstellung wenigstens günstigen Falle, nämlich der Ueberschreitung des

400 m langen, 18 m hohen Ihracser Thales, welcher die seitliche Gewinnung grösstentheils steinigem Materials zur Herstellung und Consolidirung des Dammes erforderte, stellt sich der ökonomische Vergleich zu Gunsten des Dammes heraus, wenn die Dammrutschungen ausser Betracht gelassen werden, d. h. wenn der Damm ursprünglich nur aus steinigem Material hergestellt worden wäre. Wie erwähnt ist, kostete die, den Ihracser Damm umfassende 1 km lange Anlage inclusive der Einschnitte, der Consolidirungsbauten, der Durchlässe etc., 271.000 fl. ö. W. = 596.000 Frs. Ein 300 m langer gewölbter Viaduct an dieser Stelle hätte mindestens 430.000 Frs. und die ganze, auch die beiden nicht zu umgehenden Einschnitte umfassende Bahnpartie in diesem Falle 570.000 Frs. Kostenaufwand verursacht.

Die galizische Transversalbahn und ihre Zweiglinien.

Vortrag, gehalten im österr. Ingenieur- und Architekten-Vereine am 7. März 1885 von Ludwig Huss, Ober-Inspector und Vorstand der Unterabtheilung für den Unterbau neuer Linien der k. k. General-Direction der österr. Staatsbahnen.

(Mit Zeichnungen auf Taf. XXX—XXXVI.)

Der Bau der Arlbergbahn, dessen Fortschreiten die Bautechniker Oesterreichs mit lebhaftem Interesse und unverkennbarem Wohlwollen folgten, hat deren Aufmerksamkeit von anderen Eisenbahnbauten abgelenkt und so kommt es, dass, während jener Bau sich, mit reichen Mitteln ausgestattet, glänzend vollzog, eine andere bedeutende Leistung auf dem Gebiete der Eisenbahntechnik fast unbeachtet bleiben konnte. Es ist dies der Bau der galizischen Transversalbahn und ihrer Zweiglinien, der Gegenstand der nachfolgenden Darstellung.

Ich bezeichne diesen Gegenstand als eine bedeutende Leistung der Eisenbahntechnik, denn es handelt sich hier um ein Netz von 555 km Länge (Taf. XXX), ein Netz also, dessen Maschen nahezu die Bahnlänge Wien-Innsbruck oder Wien-Triest und ein Viertel der Ausdehnung aller heute in Galizien bestehenden Bahnen haben, welches Netz die Staatsverwaltung im Zeitraume der letztvergangenen zwei Jahre mit dem gesetzlich genehmigten Credite von 35.7 Mill. Gulden geschaffen hat.

Bei dem ausgebreiteten Umfange meines Gegenstandes ist nun wohl selbstverständlich, dass ich denselben nur in grossen Zügen zur Anschauung bringen und mich in das Detail desselben nicht einlassen darf, es wäre denn, dass letzterem eine grundsätzliche oder charakteristische Bedeutung zukommen würde.

Ich beginne meine Darstellung damit, dass ich dem Charakter des Landes, über das sich das vorgenannte Bahnnetz ausbreitet, einige Worte widme.

Charakter des Landes Galizien.

Das Land Galizien ist Wenigen bekannt; kein Berlepsch, kein Baedeker bietet sich uns hier zum Führer an. Wer dieses Land betritt, ist zumeist grösseren Entbehrungen ausgesetzt, als der Fremde anderswo in Oesterreich-Ungarn, und namentlich ist es die Unterkunft, die hier besonders viel zu wünschen übrig lässt; ein Tadel, der selbst grösseren Städten, wie beispielsweise Neusandec, Jaslo, Stryj u. s. w.

anhaftet. Bei längerem Aufenthalte in Galizien ist es daher unbedingt nothwendig, sich selbst einzurichten und zu verpflegen, in welchem Falle aber der Fremde hier gleich gut leben kann, wie in anderen Provinzen und billiger wie irgendwo.

Das Land Galizien ist stark bevölkert und seine Bewohnerzahl pro Flächeneinheit übertrifft jene Ungarns und der Steiermark um fast die Hälfte. Bemerkenswerth ist diesbezüglich, dass Westgalizien, bis ungefähr zum Meridian von Krosno, von polnischen Stämmen eingenommen wird, und zwar sind es in der nördlichen Ebene die Mazuren, heitere, blonde Leute von untersetzter Gestalt, den Nordslaven ähnlich, während den südlichen, gebirgigen Theil die Goralen einnehmen, hagere Leute, ihres dunklen Typus wegen anscheinend südlicher Abstammung. Im östlichen Theile des Landes wohnen die Ruthenen, mehr sentimentale Menschen, welche sehr wenige Bedürfnisse haben und die vielleicht gerade deshalb auch nicht besonders arbeitslustig sind; die ruthenischen Gebirgsbewohner heissen Huzulen und zeichnen sich durch einen grossen, starken Körperbau aus.

Das Land Galizien stellt sich seiner Hauptform nach als die Abflachung der Karpathen dar, im Süden als Bergland, das in natürlicher Abstufung in eine sandige Ebene nördlich verläuft.

Dabei gehört das ganze Gebirgsgebiet der Tertiär-Formation an und nur die Bahnstrecken Oswiecim-Podgorze, Sanok-Zagorz und Stanislaw-Husiatyn sind im Diluvium, und zwar in Löss gelegen. Die Strecken in der Tertiär-Formation liegen in Karpathen-Sandstein, wovon blos Rabka-Neusandec ausgenommen ist, welche Strecke auf Amphisylen-Schiefer ruht.

Die Bergformen sind dementsprechend rund und sanft und die Gesteine liegen nur selten zu Tage; die Abhänge sind mit Lehm und Letten, im östlichen Theile oft auch mit Sand bedeckt und entbehren überdies selten einer Humusschichte. Die Gebirge sind noch leidlich bewaldet und zeigen

vielfach reizende Landschaftsbilder vom Charakter jener der unteren Steiermark. Die Wälder bestehen im Westen in Fichten, Tannen und Föhren, im mittleren Landestheile in gemischten Beständen, im Osten aber vorherrschend in Eichen und Weissbuchen. Dabei ist merkwürdig, dass die Nadelhölzer hier, gleichwie in der ungarischen Karpathengegend, eine überraschend geringe Dauer haben, ein Umstand, der um so auffälliger wird, weil dessenungeachtet die Landbevölkerung ihre Häuser, und die Strassenbehörden die Brücken ausnahmslos in Holz ausführen, eine Bauweise, die namentlich rücksichtlich der Brücken ökonomisch sicher nicht mehr begründet sein kann.

Die Flüsse Galiziens befinden sich im Zustande der weitgehendsten Verwahrlosung und bilden somit eine traurige Eigenheit dieses Landes. Das Bett der Flüsse hat oft die doppelte, ja die drei- und mehrfache Normalbreite; das Gefälle derselben ist an den Berührungsstellen mit den neuen Bahnbauten im westlichen und mittleren Theile des Landes noch so stark, dass sie faust-, ja kopfgrosse Geschiebe führen und nur bei den östlichen Flüssen, dem Dniester und Sered, sind die Geschiebe schon feiner.

Der Lauf der Flüsse ist im westlichen und mittleren Theile des Landes gegen Norden, im östlichen Theile gegen Süden gerichtet.

Während nun in diesem Lande seinerzeit der Hauptlinienzug, bestehend in der Carl Ludwig- und der Lemberg-Czernowitzer Bahn am Fusse der Hügel in der Ebene geführt ward, waren die Strecken der galizischen Staatsbahnen im westlichen und mittleren Theile Galiziens durchwegs auf die mehr gedeckte Lage im Gebirge verwiesen worden, im Osten aber war die Linie Stanislaw-Husiatyn genöthigt, ein tief durchfurchtes Plateau senkrecht zu diesen Furchen zu überschreiten. Unter den so gestalteten Verhältnissen treten denn auch der Anlage der neuen Bahnen mehr als gewöhnliche Schwierigkeiten entgegen, deren hauptsächlichste in der Nothwendigkeit bestand, eine grosse Anzahl von Wasserscheiden ersteigen und sofort von denselben wieder herabgehen zu müssen, wodurch betriebsungünstige Längenprofile und Lehnbauten unter widrigen Verhältnissen unvermeidlich wurden. Eine weitere Schwierigkeit erwuchs dem Bahnbaue aus den zahlreichen Flüssen von Bedeutung, die zu übersetzen waren und deren Zustand oft ausgedehnte Uferschutzbauten, zumeist aber weit grössere Brücken erforderte, als unter mehr geregelten Verhältnissen nöthig gewesen wären.

Dazu kam ferner aber in den westlichen Strecken noch, dass es in vielen Fällen schwer war und oft nur unter Anwendung künstlicher Mittel gelang, mit dem vorhandenen Erdmateriale bestandfähige Einschnitte und Dämme zu bilden. Hingegen war allerdings auf diesen Strecken der Bezug der Bausteine nur theilweise ein schwieriger und fanden sich auf Saybusch-Zwardón, Saybusch-Neusandec und Sucha-Skawina mit wenigen Ausnahmen wetterbeständige, harte und oft auch lagerhafte Sandsteine in der Nähe der Baustellen und nur auf Oswiecim-Podgorze und Kalwarya-Sucha trat der Fall ein, dass die Kalksteine aus der Umgebung von Oswiecim und jene von Podgorze öfters bis zu 30 km weit verführt werden mussten. Schwierig war ferner

die Steinbeschaffung auf Grybów-Zagórz und auf Stanislaw-Husiatyn, indem auf ersterer Linie Steine von eben noch genügender Wetterbeständigkeit oft aus 20 km Entfernung herbeigeschafft werden mussten, während auf letztgenannter Linie theilweise die Kalksteine von Zaleszczyki in Verwendung kamen, welche 70 km weit auf Strassen und weitere 130 km mittelst der Bahn zugeführt wurden, da mit Ausnahme der sehr schönen Sandsteine, die Buczacz besitzt, die Strecke selbst meist nur weiche Sandsteine von kreideartigem Verhalten bot, die zu wichtigeren Bauwerken nicht zugelassen werden konnten.

Zur Mörtelerzeugung gelangte entweder Cementkalk von Kufstein, Beocen, Kurowitz oder Radautz (im Raumverhältnisse 1 Theil Kalk zu 2 Theilen Sand) oder Portland-Cement von Perlmoos, Oppeln, Gruschowitz oder Radautz (im Verhältnisse 1:3) zur Verwendung. Die Anwendung magerer Kalke unterblieb aber, weil solche Kalke in Galizien in entsprechender Güte nicht erzeugt werden, daher ihre Verwendung — die im Trockenen wohl statthaft war — nicht ökonomisch gewesen wäre.

Dabei war der Mörtel aus Portland-Cement den übrigen Mörtelsorten an Güte überlegen, gelangte dessenungeachtet aber doch nur in geringerem Maasse zur Anwendung, weil selber etwas theurer zu stehen kam als Cementmörtel.

Die Beschaffung von Mauersand war nur auf Stanislaw-Husiatyn schwierig und musste hier häufig ein staubartiger Grubensand zur Verwendung zugelassen werden, was natürlich der Festigkeit des Mörtels abträglich war. Hiemit im Einklange löste sich denn auch die Frage der Bahnbeschotterung auf dieser Linie sehr schwierig und gelangte vielfach Grubensand als untere Schotterlage zur Anwendung.

Charakter der Bahn und ihrer Bauwerke.

Die nunmehr geschilderten örtlichen Verhältnisse, im Vereine mit den Anforderungen, welche vom Standpunkte des Verkehrs sowie der Reichsvertheidigung gegeben waren, bedingen die Hauptform der Bahn und ihrer Bauwerke, über welchen Gegenstand vor Allem zu erwähnen ist, dass sämtliche Linien vollständig eingleisig, aus dauerhaften Materialien ausgeführt wurden, und sonach Bahnbrücken oder Stationshochbauten und Wächterhäuser aus Holz nicht vorkommen.

Die Linien des gegenständlichen Bahnnetzes mit Ausnahme der kleinen Zweigbahn Zagorzany-Gorlice und der Linie Chryplin-Husiatyn sind alle als Hauptbahnen, die letztgenannten aber als Localbahnen ausgeführt, wobei indessen Chryplin-Husiatyn Brücken gleich jenen von Hauptbahnen und einen verstärkten Localbahn-Oberbau erhielt, während andererseits auf den Hauptbahnen Oswiecim-Podgorze und Sucha-Skawina Absperrschranken fehlen, und die Wächterhäuser in bedeutend grösseren Entfernungen, als sonst üblich ist, aufgestellt wurden, da diese beiden letztgenannten Linien vorerst noch, gleich den Localbahnen, secundär betrieben werden sollen.

Die grösste Bahn-Neigung ist auf Oswiecim-Podgórze 10, beziehungsweise 12‰, auf Zwardón-Saybusch-Mszanadolna 18, auf Mszanadolna-Dobra 25 und auf Dobra-Neusandec, Sucha-Skawina und Stróże-Zagórz 18‰; auf

Chryplin-Husiatyn endlich ist diese 25⁰/₀₀, wobei letztere Linie überdies auch die schärfsten Bögen mit 175 m Halbmesser aufweist.

Die Linie Sucha-Skawina hat ferner Bögen mit 200 m Halbmesser, während bei den übrigen 250 m das Minimum sind. Zur Vermittlung des Ueberganges der Geraden in die Bögen ist auf den beiden Localbahnstrecken, überdies aber auch auf Sucha-Skawina die Localbahn-Uebergangscurve zur Anwendung gelangt, während die übrigen Linien die Curven der Hauptbahnen erhielten. Die Maximalsteigungen bilden auch hier Durchschnittswerthe in dem bei früheren Anlässen gegebenen Sinne,*) sind daher in den Bögen gemässigt, in den Geraden aber erhöht worden, so dass die Zugwiderstände constant sein sollen.

Uebergehend auf den Unterbau ist vor Allem von Bedeutung, dass die Breite des Unterbau-Planums, welche auf der Arlbergbahn 5.2 m, auf der Tarnów-Leluchów Bahn 5.6 m betrug, hier auf den Hauptlinien mit 4.6, auf den Locallinien aber bloss mit 4 m festgestellt war.

Die Böschungen der Erddämme wurden in der Regel im Verhältniss 2:3, bei kleinen Dämmen, manchmal aber auch in jenem 2:2½ angelegt. Die Einschnittsböschungen wurden gewöhnlich etwas steiler gehalten, als die Dammböschungen, doch sind Böschungen in 1:1 zumeist vermieden, — was sehr anzustreben war, weil auf so steilen Anlagen die Fruchterde nur mit künstlichen Mitteln zu halten ist, und da kaum für eine längere Dauer.

Der Erdbau stiess nun, wie bereits angedeutet wurde, in einigen westlichen Strecken auf ganz bedeutende Schwierigkeiten, denn die voraussichtlich schlechten Einschnitte mussten ja doch gemacht werden, und für die Ausführung der Dämme war ein besseres, als das Einschnittsmateriale, selbst in grösseren Entfernungen nicht erhältlich. Hiezu kommt ferner, dass mit Rücksicht auf die kurze Bauzeit, bei der Schüttung der Dämme von dem üblichen Vorgehen mittelst Schüttungsgerüsten nicht Umgang genommen, und auch die Vorsicht nicht überall eingehalten werden konnte, im Winter und nach längerem Regen die Arbeit einzustellen.

Dass hier sonach starke Setzungen, Ausschalungen und Abgänge bei den Dämmen sich einfinden würden, darüber waren sich Alle klar, die diesen Vorgängen folgten, nur gingen ihre Meinungen darüber auseinander, ob sich hierbei der gelbe, der rothe oder der blaue Thon besonders hervorthun würde, eine Frage, die sich später so löste, dass sich die drei ziemlich gleich als ungünstig erwiesen, aber glücklicherweise alle nur im bescheidenen Maasse, wenn diese Ereignisse mit jenen in Vergleich gezogen werden, mit welchen der Bau und die erste Erhaltung der meisten übrigen Karpathenbahnen in Galizien, Ungarn und Siebenbürgen zu kämpfen hatte.

Als sodann Damm-Abrutschungen auftraten, wurden an den betreffenden Stellen Steinrippen in den Damm gelegt, wobei sich aber fast immer herausstellte, dass die Damm-schüttung mehrere Meter unter der Aussenfläche schon festgelagert sei, und nur ungefähr die natürliche Bodenfeuch-

tigkeit habe, in welchem Falle den Steinkörpern eine Wirkung nicht mehr zuzuerkennen war, weshalb denn auch später von diesem Verfahren abgegangen, und bei solchen Dämmen mit Benützung des abgerutschten Materiales einige oder mehrere, einige Meter breite Bermen dem Dammfusse vorgelagert wurden, während die Dammlücke durch gewöhnliche Nachfüllung wieder geschlossen ward.

Dieses ganze Verfahren entsprach den örtlichen Verhältnissen und war ein ökonomisches, da es bloss voraussetzt, dass der Damm-Untergrund durch Gräben ausserhalb und kräftige Sickerungen unterhalb der Anschüttungen trocken gehalten werde. Würden diese Dämme in Schichten ausgeführt oder gar gestampft worden sein, was ja auch hie und da geschah, so wären wohl deren Kosten namhaft erhöht worden, ohne dass ihre Bestandfähigkeit nennenswerth gewonnen haben würde.

In den Einschnitten, welche sich schlecht zeigten, wurde auf Saybusch-Neusandec in der Regel nichts gethan, bis nicht wirklich Absatzungen eintraten, und kamen solche vor, so wurden selten Schlitz- und Stollenanlagen ausgeführt, sondern lieber die Böschungen abgeflacht und zurückgerückt.

Ich muss nun gestehen, dass ich, nachdem es sich hier um ein Lehm-materiale handelte, welches das Wasser fein vertheilt, und nicht in einzelnen Schichten enthält, auch diesen Vorgang für richtig halte, und dass ich überhaupt der Ueberzeugung bin, es werde häufig in Bezug auf Vorkehrungen gegen Rutschungen, aus Voreingenommenheit, schon zu viel gethan.

Im ganzen gegenständlichen Bahnnetze ist nur ein Tunnel, und zwar auf Chryplin-Husiatyn zur Ausführung gelangt. Dieser Tunnel ist 260 m lang, wurde nach den Typen der Arlbergbahn hergestellt, und wurde gleich so wie dort mit Bruchstein-Mauerwerk verkleidet.

Ueber die Strassenbauten ist zu bemerken, dass sich das Landesgesetz vom 15. April 1881 über die Ausführung der Zufahrtsstrassen im Concurrenzwege, welches Gesetz die Durchführung in die Hände der Bezirksausschüsse legt, meiner Ansicht nach, als unklar und schwerfällig erwiesen hat; Beweis dessen bei der Eröffnung unserer Linie 13 Stationen, welche durch Concurrenzstrassen zugänglich zu machen waren, wegen Mangels jedweder Verbindung von der Verkehrseröffnung ausgeschlossen werden mussten, und dass mehrere derselben aus eben demselben Grunde es heute noch sind. Diese Concurrenzstrassen sind in der landesüblichen Weise gebaut und haben daher hölzerne Brücken erhalten, während jene Strassen, welche die Bahnanstalt allein ausführen liess, mit Brücken aus Stein und Eisen ausgestattet wurden, deren 10 Stück in der Gesamtlänge von 167 m, und dem Gesamtgewichte von 323 t Eisen zur Ausführung gelangten.

Die Tab. A gibt hierüber Daten.

Die Uferschutzbauten wurden an den Flüssen und Bächen mit raschem Wasserabfluss in Stein, an jenen aber mit ruhigerem Wasser, wie auch in Inundationsgebieten mittelst Faschinenwerken, Spreitlagen, Flechtwerken und Pflanzungen ausgeführt. Die letztere Art des Uferschutzes ist in Galizien landesüblich, und wird von der Bevölkerung

*) Jahrgang 1882, pag. 2.

mit grosser Sachkenntniss durchgeführt. Die Taf. XXXV zeigt Beispiele hievon.

Ich bemerke hierzu, dass sich derartige Herstellungen in der Regel auch beim Bahnbaue als zweckmässig erwiesen, eine Regel, von der Wildbäche öfter eine Ausnahme machten, da hier die Flechtwerke unterwaschen wurden und nachstürzten, oder dadurch werthlos wurden, dass sie im schlechten Schotterboden abstarben. Finden aber die zur Verwendung kommenden Zweige die Lebensbedingungen, so erfordern solche Schutzbauten in der Folge nur eine geringe Erhaltung und liefern sogar einen Ertrag, daher sie den Steinbauten keinesfalls nachstehen, dort aber denselben sogar vorzuziehen sind, wo für den Uferschutz nicht vollkommen wetterfeste Steine zur Verfügung stehen.

Die Ausführung der Bahnbrücken erfolgte nach den bekannten Typen in der bekannten Weise, *) d. i. mit thunlichster Vermeidung von Quadern und Hausteinen. Dabei erfolgte die Fundirung der Bauwerke in der Regel nach den gewöhnlichen Methoden, bei 4 Widerlagern und 21 Flusspfeilern von 9 grossen Brücken aber mittelst Senkbrunnen, sonach in einer bei uns ungewöhnlichen Bauweise.

Solche Senkbrunnen bestehen — wie die Taf. XXXV zeigt — aus einem an der Baustelle horizontal gelagerten Kranze und der sich darüber erhebenden Trommel von 3 bis 6 m äusserem Durchmesser, über dem ein ungefähr 0.6 m starkes Ziegelmauerwerk in Portland-Cement-Mörtel, nach oben hin sich etwas verjüngend, ausgeführt ist. Das so gebildete Rohr wird nun in der bei Hausbrunnen üblichen Weise abgesenkt, worauf dann der Brunnenraum betonirt und ausgemauert wird. Solcher Brunnen sind zur Bildung eines Brückenpfeilers mehrere erforderlich, und zwar für einen Flusspfeiler 2 bis 3, für ein Widerlager 4 bis 6, je nachdem eine Brücke ein- oder zweigeleisig wird. Die Verbindung der Brunnen erfolgt über dem Niederwasser durch gemauerte Bögen, wo auf dann das eigentliche Pfeiler-Mauerwerk zu ruhen kommt.

Der erwähnte Kranz und die über demselben befindliche Trommel war hier bei 29 Brunnen, die wir auf den Zweiglinien ausführten, nur aus weichem Holz roh gezimmert worden, während andererseits bei 24 Brunnen der Hauptlinien, hierzu ausschliesslich Schmiedeeisen angewendet war, und zwar mit dem ganz gleichen Erfolge, daher denn auch bei unseren späteren Brunnenfundirungen auf Stryj-Beskid ausschliesslich nur mehr Holzkränze und Holztrommeln angewendet wurden.

Der Durchmesser der Brunnen ist hierbei reichlich zu bemessen, so dass das eigentliche Pfeiler-Mauerwerk projectsmässig an keiner Stelle auf das Kranz-Mauerwerk, sondern nur auf den Kern desselben aufliegt, und dem Brunnen sonach nur die vorübergehende Rolle eines Fangdammes zugetheilt wird, was dann auch zulässt, im Falle als ein Brunnen etwas von der richtigen Lage abweicht, während der Ausmauerung der Fundamente das fehlende theilweise oder ganz durch Abhauen vom Kranzmauerwerk gewinnen zu können.

Bei unbekannten Bodenverhältnissen empfiehlt sich aber noch, die Brunnen im Durchmesser um 0.5 bis 1.0 m grösser zu halten, als sich nach Vorstehendem ergeben würde, weil es dadurch möglich wird, bei dem Auftreten von aussergewöhnlichen Hindernissen die Fundirungsarbeiten noch durch das Treiben einer hölzernen Brunnenbüchse zum raschen Abschlusse zu bringen, ein Fall, der in der Regel dann eintritt, wenn das Fundament eine geneigte Felsschichte ist, die erst durch Minirarbeit geebnet und vertieft werden muss.

Anbelangend den Vorgang bei der Fundirung von Brückenpfeilern mittelst Senkbrunnen, ist vor Allem zu erwähnen, dass dort, wo von Natur nicht schon ein Planum in mindestens 0.5 m Höhe über Wasser an der Versenkungsstelle vorhanden ist, dieses durch Anschüttung geschaffen, und dass die so geschaffene Insel durch einige Pfähle, Bohlen u. dgl. vor dem Weggeschwemmtwerden geschützt, überdies aber zugänglich gemacht werden muss.

Auf diesem Planum wird nun die Brunnentrommel, bestehend aus zwei oder drei Kränzen, die durch Ankerschrauben gehalten und durch eine Bretterverschalung verbunden sind, zusammengesetzt, worauf die Ausführung des Kranzmauerwerkes, u. zw. letztere sogleich auf die ganze muthmaassliche Höhe des Brunnens erfolgt.

Die Aussenfläche dieses Mauerwerkes wird über der Trommel mit Portland-Cementmörtel glatt verputzt.

Sobald nun das Kranzmauerwerk erhärtet ist, wird an die Senkung geschritten, welche letztere, wenn der Baetermin kurz ist, womöglich immer durch gewöhnliche Grabarbeit und Kurbelförderung, unter Mitwirkung entsprechend kräftiger Pumpen stattfinden soll, weil es auf diese Weise am leichtesten wird, Hindernisse, wie sie Pfähle, Baumstämme, Steine u. dgl. bieten können, zu beseitigen. Eine Ausnahme hievon wird aber in feinem, reinem Sande eintreten müssen, da letzteres Materiale bei kräftigem Pumpen immer wieder in den Brunnen nachdringt, in welchem Falle daher die Senkung bloss durch Baggerarbeit bei mässigem Pumpen am Platze ist.

Ausgeschlossen ist aber selbst hier nicht, dass das Nachdrängen des Sandes durch Einstopfen von Faschinen, Säcken u. dgl. in dem Raume zwischen dem Brunnen und dem Boden verhindert werde. Die erforderlichen Pumpen befinden sich bei der Senkung häufig auf, oder in dem Brunnen, würden aber besser neben demselben angebracht sein; die Locomobile stehen neben dem Brunnen auf der Insel oder auf einer Platte. Die bei der Senkung erzielbare Tiefe beträgt, wenn nicht besondere Hindernisse auftreten, 0.5—1.0 m pro Tag.

Ist ein Brunnen auf die erforderliche Tiefe gesenkt, so wird das Pumpen eingestellt und nachdem sich der Brunnen mit Wasser gefüllt hat, in denselben Beton in ungefähr 1.5 m Stärke eingebracht, worauf, sobald dieser Beton erhärtet ist, das Wasser wieder entfernt und der Brunnen vollends mit Bruchstein-Mauerwerk ausgemauert wird.

An der Aussenseite der Brunnen wird ein Steinwurf angebracht, dem die Aufgabe zufällt, ein Auskollen des Pfeilers zu verhindern.

Der Hauptvorthail dieser Fundirungsmethode besteht nun darin, dass die Herstellung eines Pfeiler-Fundamentes

*) Jahrgang 1882, pag. 4.

von 4—8 m Tiefe unter dem Niederwasser vom Beginn der Zusammensetzung des Kranzes bis zur Beendigung der Ausbétouirung in der Regel innerhalb vier Wochen durchführbar ist, während hiezu bei dem Vorgange mittelst Spundwänden oder Fangdämmen meistens die $2\frac{1}{2}$ fache Zeit erforderlich wird.

Ein weiterer Vorthail derselben besteht ferner darin, dass es leicht ist, Brunnen erforderlichenfalls weit tiefer zu senken, als projectirt war, während Fundamente von 5 m Tiefe und darüber unter Wasser bekanntlich innerhalb Fangdämmen überhaupt schon schwierig und mit Gefahr auszuführen sind. Vom Standpunkte der Bauökonomie betrachtet endlich, können Brunnenfundamente bis zur Tiefe von ungefähr 3 m unter Wasser wohl etwas kostspieliger sein, als Fundirungen mittelst Spundwänden, bei grösseren Tiefen aber ist die Brunnenfundirung die billigste von allen Methoden.

Der eiserne Ueberbau der Bahnbrücken wird durch die Taf. XXXIII und XXXIV veranschaulicht, und enthält die vorerwähnte Tab. A auch Daten hierüber. Ich bemerke hiezu nur, dass die senkrechten Brücken mit 2—12 m Lichtweite des ganzen Netzes nach den Typenplänen der k. k. Direction für Staats-Eisenbahnbauten und dass ferner die Entwürfe für alle Brücken von Zwardón-Saybusch, Oswiecim-Podgorze und Sucha-Skawina ebenfalls von dieser Direction nach deren bereits genügend bekannten Grundsätzen (Jahrgang 1880, pag. 101) entworfen wurden.

Die Brücken der übrigen, d. i. der General-Unternehmungs-Linien, wurden, insofern nicht ältere Projecte zur Wiederanwendung gelangten, durch Schmid & Hallama in Wien entworfen und schliessen sich unseren Entwürfen ziemlich an. Die Gesamtanzahl der vorkommenden Brückenöffnungen mit Blechträgern ist 309, die der Brückenöffnungen mit Fachwerkträgern 131 Stück. Die Gesamtlänge aller Eisenbahn-Brücken des Netzes ist 4786 m, das Gesamtgewicht derselben, einschliesslich der Auflager-Vorrichtungen beträgt 5740 t.

Die Lieferung dieser Brücken erfolgte in der Zeit vom Juni 1883 bis October 1884 und es theilten sich hieran die Gewerkschaften Witkowitz, Karlshütte (Teschen), Zöptau, Gridl und Milde, sonach ausschliesslich inländische Werke.

Die Brückenhölzer sind aus Eichenholz, der Belag ist aus Föhrenholz hergestellt worden.

Der Oberbau aller Linien, mit Ausnahme von Zagorzany-Gorlice und Chryplin-Husiatyn, ist jener der Hauptbahnen und hat Stahlschienen von 31.72 kg pro 1 m Gewicht; dieselben ruhen durchwegs auf weichen Schwellen.

Die beiden ausgenommenen Linien haben Localbahn-Oberbau mit 23.0 kg schweren Schienen; die Schwellen der ersteren Linie sind aus weichem Holz, die von Chryplin-Husiatyn aber aus Eichenholz und gelangte hier überdies eine abnormale, engere Schwellenaustheilung zur Durchführung. Alles verwendete Holz ist nicht imprägnirt.

Der Hochbau ist durch einige Typen auf Taf. XXXVI dargestellt; die Gebäude sind hiernach ohne Rücksicht darauf, ob die Linie Haupt- oder Localbahn sei, auf allen Linien gleich ausgeführt worden.

Beschreibung der einzelnen Strecken.

Ich beginne diese Beschreibung mit den General-Unternehmungs-Linien und lasse diesen sodann die Regie-Linien, nämlich Zwardón-Saybusch, Oswiecim-Podgorze und Sucha-Skawina folgen. Die Taf. XXX zeigt die allgemeine Lage, die Taf. XXXI und XXXII zeigen die Längenprofile und Tracenzüge dieser Linien, sowie auch die Längenprofile von deren Zwischengliedern.

Die Linie Saybusch-Neusandec zweigt aus der Nordbahnstation Saybusch ab und überschreitet kurz nach ihrem Austritte aus dieser den Solafuss, nebst den hier in denselben mündenden Koszarabafluss, mittelst einer Brücke von drei Oeffnungen zu je 40 m Lichtweite, worauf die Linie im Koszaraba-Thale, an der Friedrichshütte vorbei, 11 km weit aufwärts geführt wird und hierbei die Koszaraba noch zweimal, überdies aber die Pewelka und Sopotnica übersetzt, und auf lange Strecken in Stein ausgeführte Uferschutzbauten enthält. In Jelesnia geht die Linie an eine bewaldete aber ungesunde Lehne über, an der sie, ununterbrochen mit 18‰ ansteigend, die Wasserscheide Hucisko erreicht, worauf unter ähnlichen Verhältnissen, wie beim Aufstieg der Abstieg erfolgt, u. zw. bis Lachowice ununterbrochen mit 18‰ . Hierbei wird das Lachówka-Thal mit einem 46 m langen Viaducte in 14 m Höhe übersetzt. Von Lachowice an wird die Linie wieder Thalbahn, u. zw. bis Sucha, wo sich ein Hüttenwerk befindet, mit der Stryszawka fallend, dann aber im Skawa-Thale ansteigend an Maków und Jordanów vorbei zur Wasserscheide in das Raba-Thal bei Chabówka.

Im Stryszawka-Thale kommen Uferschutzbauten in Stein vor; von da an ist diese Strecke einfach, im breiten Thalboden geführt und hatte wenig von schlechtem Erdmaterial zu leiden. Dagegen kommen aber in derselben sieben Skawa- und mehrere andere grössere Brücken vor, deren grösste zwei Oeffnungen von 40 m Lichtweite haben. Von diesen Brücken hat eine einen mittelst Senkbrunnen fundirten Flusspfeiler.

Die Wasserscheide von Chabówka wird in beiden Richtungen mit 18‰ erstiegen; die Linie fällt hierauf bis Mszanadolna, wobei dieselbe ausgedehnte Uferschutzbauten aufweist, und zwar auch solche aus Faschinen- und Flechtwerken.

Weiters wird aber die Bahn in dieser Strecke mehr als an anderen Stellen durch Wildbäche bedroht, welche ihr Geschiebe in der Nähe der Bahn liegen lassen, was kostspielige Bauten an denselben veranlasste, ohne für alle Fälle genügende Sicherheit zu bieten.

In Mszana beginnt die Linie mit 25‰ zu steigen bis Kasinawielka, worauf auf 2 km weitere Länge bis zur Wasserscheide von Porabka 18‰ angewendet sind. Von Porabka bis Dobra sind 25‰ , von da aber bis Tymbark 18‰ Gefälle angewendet, worauf die Bahn im Thale von Lososina bis zur Sowlina-Mündung mässig fällt. Die Strecke Mszanadolna-Dobra ist die schwierigste der ganzen Transversalbahn.

Dabei bestehen aber die Schwierigkeiten nicht in dem grossen Umfange der zu bewältigenden Arbeiten, sondern in der ungünstigen Erdbeschaffenheit, welche letztere sich

hier umsomehr geltend machte, weil die Bauausführung dieser Strecke aus Anlass von Varianten-Studien innerhalb 10 Monaten zu erfolgen hatte.

Auf dieser Strecke kommt bei Kasina ein Viaduct von 15 m Höhe und 61 m Länge, bei Dobra ein zweiter von 25 m Höhe und 164 m Länge, und ein dritter Viaduct bei Jasna von 14 m Höhe und 51 m Länge vor, Bauwerke die durch Taf. XXXIII veranschaulicht sind.

Alle drei Viaducte hatten unter den erwähnten Bodenverhältnissen zu leiden, insbesondere aber der zweite, da hier während des Baues des Sandecseitigen Widerlagers eine Rutschung im Untergrunde auftrat, welche erst durch tiefgehende Entwässerungsanlagen behoben werden musste, ehe der Pfeilerbau mit Erfolg wieder aufgenommen werden konnte.

Beim ersten und dritten Viaducte aber, und auch bei dem Saybuschseitigen Widerlager des Dobra-Viaductes trat in Folge ungleicher Setzung der Anschüttungen um die Widerlager, deren Form hiefür nicht besonders günstig gewählt war, und wahrscheinlich auch in Folge einer theilweisen Aufweichung eine ungleiche Zusammendrückung des verhältnissmässig stark belasteten Untergrundes ein, so dass sich diese Widerlager als ein Ganzes nach der Mitte des Bauwerkes neigten, eine Erscheinung, die übrigens ungefährlich ist, da diese Widerlager schon projectsgemäss, von der Erdanschüttung ganz umfassen, wie in einen Berg eingegraben sind. Eine Neigung nach der Mitte zeigen hier aber auch die Mittelpfeiler des Kasina-Viaductes, ein Umstand, der möglicherweise noch zu Reconstructionen Anlass geben dürfte.

Von der Sowlina weg steigt die Bahn neuerdings mit 18⁰/₀₀ an bis Limanowa und darüber hinaus zur Wasserscheide Pisarszowa an entwaldeten, oft schlechten Lehnen hinziehend, worauf sie unter ähnlichen Verhältnissen, wie beim Anstieg, mit 18⁰/₀₀ bis an den Dunajec herabfällt, den sie bei Marcinkowice erreicht. Auf dieser letzteren, der im Gefälle liegenden Strecke, kommen viele hoch überschüttete gewölbte Durchlässe von 3—7 m Lichtweite vor, welche, da dieselben nur eine geringe Neigung der Sohlen haben, mit Parallelfügeln versehen worden waren. Die Folge dieser Anordnung aber war, dass das feuchte Lettenmateriale der Dämme bei seiner Setzung diese Flügel von den Widerlagern abriss, wobei dann auch in der Regel eine Abtrennung der Gewölbstirne erfolgte, ein Gebrechen, das in ziemlich kostspieliger aber entsprechender Weise durch die Auswechslung der Stirnpartie der Gewölbe und das Vorsetzen von Stützkörpern, ähnlich den Böschungsfügeln, welche in solchen Fällen unbedingt vorzuziehen sind, behoben wurde.

Von Marcinkowice bis zum Endpunkte dieser Strecke, der Station Neusandec, steigt die Trace längs des Dunajec hinan, wobei auf langen Strecken Uferschutzbauten, und zwar solche aus Stein, vorkommen, endlich aber der Dunajec mittelst einer Brücke von drei Oeffnungen zu 50 und 6 zu 25 m Lichtweite überschritten wird. Die Pfeiler dieser Brücke sind mittelst Fangdämmen fundirt worden.

Die Linie Saybusch-Neusandec hat mehrere Stationen, die einen grossen Holzverkehr in Aussicht stellen; die

wesentlichsten derselben sind Maków, Chabówka und Dobra. — Ich erwähne endlich noch, dass der höchste Punkt dieser Linie, die Wasserscheide von Porabka 211 m über der Station Saybusch, der tiefste, bei Marcinkowice 80 m unter derselben liegt.

Die Höhe der Station Saybusch selbst ist 343 m über dem adriatischen Meere.

In Neusandec mündet die neue Bahn in die Linie Tarnow-Leluchow ein, und findet damit über die Wasserscheide von Ptaszkowa ihre Fortsetzung nach Grybów, beziehungsweise Stróże, von welchem Punkte die Linie Grybów-Zagórz abzweigt. Die Strecke Neusandec-Stróże ist 30.5, die Linie Stróże-Zagórz 114 km lang. Neusandec liegt 48, Stróże 38 und Neu-Zagórz 40 m tiefer als die Station Saybusch.

Die höchste Erhebung der Linie Stróże-Zagórz liegt 7 km von Stróże und erreicht nur 33 m über die Höhe von Saybusch; die tiefste Stelle ist bei Jaslo, 121 m tiefer als die genannte Station.

Auf Stróże-Zagórz ist die grösste Neigung nach beiden Richtungen hin 18⁰/₀₀, und es finden sich hier nur wenige Stationen, zwischen welchen diese Neigung nicht nach beiden Richtungen hin vertreten sein würde. Dabei sind aber im Allgemeinen die steilen Strecken sehr kurz, und nur in einem Falle, nämlich zur Ueberschreitung der Wasserscheide von Szalowa ist diese Steigung 5 km lang.

Die Linie Stróże-Zagórz und deren 4.1 km lange Zweigbahn Zagorzany-Gorlice bot unter diesen Umständen nur geringe Schwierigkeiten der Ausführung dar; dessenungeachtet kamen auf derselben aber stellenweise und zwar zwischen Szalowa und Wola, dann bei Sanok und Zagórz, wo der Stationseinschnitt 58.000 m³ beträgt, bedeutende Erdarbeiten, theilweise in ungünstigem Erdmaterial zur Ausführung und waren am Moszczankabach, an der Ropa, am Jasiolkafloss und San ausgedehnte Uferschutzbauten herzustellen, Arbeiten, die zum Theile als Faschinen- und Flechtwerke zur Durchführung kamen. Die Brückenbauten dieser Linie waren umfangreich, da sechs grössere Bauwerke dieser Art zu verzeichnen sind, deren summarische Lichtweite 20—114 m beträgt; ihre Ausführung macht jedoch auf ein besonderes Interesse nicht Anspruch.

An dieser Linie besteht jetzt ein grösserer Localverkehr in Zagorzany, da die Petroleum-Ausbeute von Gorlice und Umgebung täglich einen Bahnzug erfordert, dann in Iwonicz, wo sich bereits ein grosses Holzgeschäft bemerkbar macht.

In Zagórz schliesst die neue Bahn an die Erste ungarisch-galizische Eisenbahn, und findet durch diese, dann aber durch die Staatsbahnen von Chyrow über Stryj und Stanislaw ihren Anschluss an die Lemberg-Czernewitzer Bahn, welch' letztere 4.3 km von Stanislaw, in Chryplin, den Ausgangspunkt der Linie Chryplin-Husiatyn bildet.

Die Husiatyner Linie hat einen bedeutenden Getreideverkehr und wirkt auf das ganze Netz der galizischen Staatsbahnen belebend. Diese Linie hat leider aber ein sehr bewegtes Längenprofil, indem hier kaum zwei Stationen vorhanden sind, die nicht durch einen Bergrücken von ein-

ander geschieden sein würden. Die grösste Bahnneigung ist 25‰ . Der tiefste Punkt der Bahn liegt bei Nizniow, 59 m tiefer als Chryplin; der höchste bei Jezierzany in 133 m Höhe über Chryplin, welche Station selbst um 80 m tiefer als die Station Saybusch liegt. Auf dieser Linie waren die Erdarbeiten im Allgemeinen nicht ungünstig, und in Folge der angewendeten starken Steigungen auch nur selten von Bedeutung. Dessenungeachtet kamen aber doch bei Tlumacz, bei Monasterzyska und namentlich bei Buczac und Czortków grössere Erdbewegungen vor, deren bedeutendste die an den Strypa-Viaduct anschliessenden Dämme sind, welche 130.000 m^3 messen.

Die Uferschutzbauten sind hier zumeist in weichem Materiale ausgeführt und haben wenig Bedeutung. Viaducte kommen zwei vor; und zwar der Strypa-Viaduct (Taf. XXXIV) bei Buczac, mit drei Oeffnungen von 30 m Weite und 29 m Höhe, und der demselben ziemlich ähnliche Biala-Viaduct bei Czortków, welcher vier Oeffnungen von 19 m Weite hat und in der Mitte ebenfalls 29 m hoch ist. Auch bei den Widerlagern dieser beiden Viaducte traten die früher beschriebenen Erscheinungen auf, ein Umstand, welcher hier vorläufig ebenfalls unbedenklich erscheint, da auch hier die betreffenden Mauerwerkskörper von der Anschüttung ganz umhüllt sind. Von den Brücken dieser Linie hat nur die Dniesterbrücke von Mizniow und die Seredbrücke nächst Czortków Bedeutung. Die erstere ist die längste Brücke der galizischen Transversalbahn, sie hat sechs Oeffnungen zu je 20 m und fünf Oeffnungen zu je 40 m Lichtweite, und ist ganz auf Brunnen — mit eisernen Mänteln — fundirt, die auf dem nur ungefähr 3.6 m unter Niederwasser liegenden Felsboden ruhen. Der Bau dieser Brücke wurde im Juli 1884 von einem Hochwasser überrascht, als die Pfeiler eben vollendet, aber noch nicht mit den projectsgemäss anzubringenden Steinwürfen um die Brunnen versehen waren. Hierbei trat nun bei einem der Strompfeiler der Fall ein, dass sich ein Floss vor demselben aufstellte, wodurch eine äusserst heftige Kolkung bei diesem Pfeiler und ein übermächtiger Schub auf denselben hervorgerufen ward, Ereignisse, welche stellenweise bis zu 1 m tiefe Einrisse in die aus Mergelschiefer bestehende Sohle neben dem Pfeiler, überdies aber eine merkbare Neigung des Pfeilers selbst bewirkten. Wie eine genaue, durch Taucher unter Wasser vorgenommene Untersuchung des Pfeilers erwies, trat hierbei aber auch nicht die geringste Trennung im Pfeilermauerwerke ein. Dieser Pfeiler ist jetzt durch einen starken Steinwurf geschützt, und hat seither verschiedene Hochwasser ausgehalten, ohne die geringste neuerliche Bewegung zu zeigen, daher ein Umbau desselben nicht erforderlich werden dürfte.

Die Seredbrücke von Czortków hat zwei Oeffnungen von je 30 m Lichtweite; ihr Mittelpfeiler ist ebenfalls auf Senkbrunnen fundirt.

Zu den von mir nunmehr beschriebenen, im Generalaccorde ausgeführten Hauptlinien der galizischen Transversalbahn kamen später noch drei weitere Strecken, nämlich die Strecke Saybusch-Zwardon, womit das galizische Staatsbahnnetz über Czacza-Sillein und Pressburg mit Wien, dann die Strecken von Sucha über Skawina nach Podgorze, be-

ziehungsweise Oswiecim, womit dasselbe mit den deutschen Bahnen in Verbindung gesetzt wird. Die Ausführung der Zweiglinien erfolgte auf Nachmaass gegen Einheitspreise.

Die Wasserscheide von Zwardon an der ungarisch-galizischen Grenze wird von Czacza her mit 25‰ erstiegen. Diese Wasserscheide liegt 318 m über Saybusch, hat sonach die Cote 661 m über dem adriatischen Meere und ist der höchst gelegene Punkt des gegenständlichen Bahnnetzes. Die Wasserscheide ist aus einem recht schlechten Lehm-materiale gebildet, das erst trocken gelegt werden musste. Gleich hinter dieser Wasserscheide befindet sich die Station Zwardon, welche zur Transversalbahn gehört, aber auch von der ungarischen Nachbarbahn benützt wird. Die Anschüttung dieser Station misst 73.000 m^3 .

Die Trace ist von dieser Station aus an einer flachen bewaldeten Lehne bis Sól geführt und fällt hiebei auf 5.6 km Länge ununterbrochen mit 18‰ , ohne nennenswerthen Schwierigkeiten zu begegnen. In der weiteren Strecke bis Saybusch werden die Gefällsstrecken kürzer, ohne dass Gegengefälle vorkommen würden. Der Erdbau ist hier ohne Belang, dagegen kommen zwischen Sól und Milówka sehr ausgedehnte Uferschutzbauten aus Stein, ferner kommt bei Sól eine eiserne Strassenbrücke von 10 und bei Raycza eine solche von 40 m Lichtweite in der Stations-Zufahrtsstrasse vor. Beide dieser Stationen sind nämlich für das Holzgeschäft von grosser Bedeutung. Bei Milówka übersetzt die Linie den Solafluss mit einer Brücke von zwei Oeffnungen à 25 m und nächst dem Eisenwerke Wegierska-Gorka mit einer solchen von zwei Oeffnungen à 30 m.

Die Mittelpfeiler dieser Brücken sind mittelst Brunnen, die Trommeln aus Holz haben, fundirt. Eine weitere Brücke von Bedeutung ist in Saybusch selbst, indem hier die Reichsstrasse über den Bahnhof geführt werden musste. Diese Strassenbrücke hat eine beschotterte Fahrbahn auf Zores-Eisen, während die früher erwähnten Strassenbrücken eine hölzerne Fahrbahn erhielten.

Die nächste der genannten Ergänzungslinien ist die Strecke Oswiecim-Skawina-Podgorze. Diese Linie ist im Weichselthal geführt und hat ein günstiges Längenprofil, da der Unterschied zwischen dem tiefsten und dem höchsten Punkte derselben nur 38 m beträgt und die grösste Steigung, welche 10 bzw. 12‰ ist, immer nur auf sehr kurze Strecken zur Anwendung gelangt. Auf dieser Linie sind bedeutende Erdarbeiten in Dwory, Skawina und Podgorze, woselbst die Bahnhofanschüttung 249.000 m^3 misst. Die Strassenbauten waren im Allgemeinen unbedeutend, doch ist hier eine eiserne Strassenbrücke von 40 m Lichtweite mit beschotterter Fahrbahn zu erwähnen, mittelst welcher die Reichsstrasse über die Station Oswiecim geführt wird. Von Bedeutung waren hier ferner Uferschutzbauten in Stein bei Dwory, und der Bau dreier grosser Brücken, der hier innerhalb weniger als einer Jahresfrist vollständig erfolgte, nämlich der Bau einer Solabrücke bei Oswiecim, einer Skawabrücke bei Zator und einer Skawinkabrücke bei Skawina.

Die erstere dieser Brücken hat drei Oeffnungen zu je 40 m, die zweite drei zu je 50 m Lichtweite, die Skawinka-

A. Tabelle über Strassen- und Bahnbrücken der Zweiglinien der galizischen Transversalbahn.

Laufende Nummer	Gegenstand	Linie: Zwardon-Saybusch							Sucha-Skawina					Oswiecim-Skawina-Podgorze						
		Strassenbrücken		Bahnbrücken					Strassenbrücken		Bahnbrücken			Strassenbrücke		Bahnbrücken				
		Brücke über den																		
		Stationsplatz Saybusch km 37-0/1	Solafuss bei Raycz km 15-7/8	Slanicabach 11-0 km	Zabnicabach km 25-9/0	Lesnabach km 35-6/7	Solafuss km 20-0/1	Solafuss km 31-2/3	Bahnkörper km 21-0	Stryszawka-bach km 10-1/2	Tarnawka-bach km 7-0/1	Stryszawka-bach km 1-7/8	Skawafuss km 9-0/1	Bahnhof Oswiecim km 0-9/0	Gemeinde-weg bei km 59-7/8	Bach km bei 24-9/0	Skawinka-fluss km 48-2/3	Solafuss km 2-0/1	Skawafuss km 19-8-9	
1	Lichtweite in der Constructionsachse in Meter	14-9	40-0	13-86	20-0	24-0	2×25-0	2×30-0	17-6	20-0	26-0	43-262	3×37-3	40-0	14-0	15-23	2×38-2	3×40-0	3×52-25	
2	Stützweite in Meter	16-0	41-0	14-8	21-0	25-12	2×26-16	2×31-2	18-5	21-0	27-2	45-2	3×38-5	41-2	14-9	16-8	2×40-8	3×41-4	3×54-3	
3	Winkel der Widerlager zur Constructionsachse	50° 22' 24"	90°	60°	90°	90°	90°	90°	90°	90°	90°	54°	70° 30'	90°	90°	52°	65°	90°	71° 30'	
4	Richtung der Bahnachse.	Gerade	Gerade	Gerade	Gerade	Gerade	Gerade	Gerade	Gerade	R=225m	Gerade	R=300m	Gerade	Gerade	R=400m	R=400m	Gerade	Gerade	Gerade	
5	Art der Construction	Parall.-Träger m. dopp. Fachwerk	Parall.-Träger m. dopp. Fachw. u. abgestütztem Ende	Halb.-parabel-träger m. steif. Diagonalen	Halb.-parabel-träger mit schlaflf gekreuztenDiag.	Halb.-parabel-träger mit schlaflf. Diagonalen	Halb.-parabel-träger mit schlaflf. Diagonalen	Halb.-parabel-träger mit schlaflf. Diagonalen	Halb.-parabel-träger mit steifen Diagonal.	Halb.-parabel-träger mit schlaflf. gekreuztenDiag.	Halb.-parabel-träger mit schlaflf. Diagonalen	Halb.-parabel-träger mit schlaflf. Diagonalen	Halb.-parabel-träger mit schlaflf. Diagonalen	Halb.-parabel-träger mit schlaflf. Diagonal.	Parall.-Träger mit einfach. Stist. schlaflf. Diagonal.	Halb.-parabel-träger mit steifen Diagonalen	Schwed.-Träger zweigeleisig mit schlaflf. Diagonal.	Halb.-parabel-träger mit schlaflf. Diagonalen	Halb.-parabel-träger mit schlaflf. Diagonalen	
6	Entfernung der Hauptträger in Meter	8-25	5-60	4-52	4-55	4-56	4-56	4-62	10-61	4-80	4-64	5-56	4-64	7-20	1-90	4-74	8-50	4-60	4-60	
7	Fahrbahnbreite in Meter	0-5 + 7-0 + 0-5	4-50	—	—	—	—	—	10-0	—	—	—	—	0-5 + 6-0 + 0-5	—	—	—	—	—	
8	Construction der Fahrbahn	Schotter über Zoräseisen	Bohlenbelag auf eisernen Längsträgern	—	—	—	—	—	Einfacher Bohlenbel. auf hölz. Längsträgern	—	—	—	—	Schotter über Zoräseisen	—	—	—	—	—	
9	Lage der Nivellette auf der Construction	unten	unten	unten	unten	unten	unten	unten	unten	unten	unten	unten	unten	unten	oben	unten	unten	unten	unten	
10	Verhältniss der Trägerhöhe in der Mitte zur Stützweite	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	
11	Schweisseisen pro Meter Stützweite und Geleise in Kilogramm sammt den Geländern auf der Construction	6-94	9-42	6-73	6-72	6-58	6-50	6-92	6-36	6-72	6-46	6-77	6-67	6-76	8-21	6-46	6-53	6-74	6-52	
12	Schweisseisen im Ganzen in Kilogramm	2308	1238	1048	1176	1323	1338	1470	1235	1260	1338	1939	1586	2383	745	1069	1717	1623	1945	
13	Gusseisen " " " "	36.918	50.769	15.505	24.691	33.226	69.979	91.710	22.854	26.466	36.400	87.653	183.233	98.177	11.097	17.955	280.950	201.631	316.797	
14	Stahl " " " "	511	830	418	327	830	1661	4410	275	327	830	2955	8870	2953	275	421	17.040	8861	17.914	
15	Blei " " " "	—	80	—	—	80	159	81	—	—	80	59	176	59	—	—	2344	176	389	
16	Geländer in Meter-Länge	—	267	—	—	267	534	1003	—	—	267	522	1567	522	—	—	4185	1567	3735	
17	Erd- und Fundamentaushub in Kubik-Meter	6	8	—	—	—	8	8	—	10	10	—	8	19	16	12	17	18	10	
18	Erd- und Fundamentaushub in Kubik-Meter	810	419	295	265	425	740	740	60	482	250	486	1150	333	483	358	1476	3169	2441	
19	Bölung in Quadrat-Meter	—	—	—	—	—	—	—	—	79	155	154	270	—	—	150	—	—	35	
20	Steinwurf, Steinsatz, Trockenpflaster, Hinterbeugung in Kubik-Meter	167	51	44	60	82	137	240	92	236	153	116	1988	—	195	—	447	743	449	
21	Béton in Kubik-Meter	—	—	—	—	—	49	21	—	78	176	177	254	—	140	63	191	124	160	
22	Fundamentmauerwerk und Gewölbaufmauerung in Kubik-Meter	349	78	73	50	62	142	167	30	17	—	—	215	136	169	142	341	710	325	
23	Häuptiges Bruchsteinmauerwerk in Kubik-Meter	615	80	124	56	62	108	105	70	26	116	123	288	492	298	350	410	228	280	
24	Quader und Hausteinmauerwerk in Kubikmeter	9-8	3-6	5-8	5-7	6-0	19-1	19-2	4-9	8-0	5-6	8-6	43	20-0	4-0	9-0	72-0	63-0	80-0	
25	Gewölbumauerwerk in Kubik-Meter	—	—	—	—	—	3	5	17	—	—	—	16	—	—	—	—	40	20	
26	Brückenhölzer und Bedielung in Kubik-Meter	1-6	47-0	7-1	9-7	13-5	28-2	34-0	24-5	11-9	14-8	27-5	60-5	3-2	8-5	8-5	77-2	64-4	79-6	
27	Pauschale für Erschwerisse in Gulden	—	1000	248	1155	1385	3800	3460	250	1200	1200	1900	4900	1250	452	509	4000	6750	7000	
28	Kosten des Unterbaues in Gulden	8773	1714	3364	2540	2044	9368	7415	1863	1786	5506	1464	38.703	8106	8621	8548	10.477	41.493	35.748	
29	Kosten des eisernen Ueberbaues in Gulden	8795	12.207	3742	5879	8085	16.998	22.843	5435	6296	8831	21.429	45.554	27.055	2942	4899	80.200	56.175	89.295	
30	Kosten der Geländer in Gulden	18	24	—	—	—	24	24	—	30	30	—	24	58	48	36	51	54	30	
31	Kosten des Brückenbelages in Gulden	2532	846	391	516	723	1528	1817	757	624	779	1427	2335	182	402	397	3779	3365	3626	
32	Gesamtkosten in Gulden	20.118	15.791	7745	10.090	12.237	31.718	35.559	8305	9936	16.346	26.220	91.516	36.651	12.465	14.389	98.507	107.837	135.699	
32	Kosten pro Meter Brückenlichtweite in Gulden (in der Constructionsachse gemessen)	1350-2	394-8	558-8	504-5	509-9	634-4	592-7	471-8	496-8	628-9	606-1	821-6	916-3	890-3	944-8	850-2	898-6	857-3	

brücke ist zweigleisig ausgeführt und hat zwei Oeffnungen zu je 35 m Lichtweite. Die Fundirung der Flusspfeiler und bei der Solabrücke auch die der Widerlager geschah mittelst Senkbrunnen, u. zw. waren dies meines Wissens, bei uns die ersten Brunnen bei Brücken, welche hölzerne Kränze und Trommeln erhalten haben, eine Anordnung, wodurch meines Erachtens diese Fundirungsmethode erst allgemein zugänglich gemacht wurde. Diese neue Form der bei uns überhaupt bisher nur in wenigen Fällen angewendeten Methode, traf in ihrer ersten Anordnung auf grosse Schwierigkeiten, deren wesentlichste war, dass während der Fundirung, die in die Sommermonate fiel, fünf Mal bedeutende Hochwässer eintraten, wobei in einem Falle sogar die Locomobile nicht geborgen werden konnten und eingeschottert wurden. Es zeigte sich hierbei aber auch, dass die auf ihre ganze muthmaassliche Höhe (5—7 m) aufgemauerten Brunnenmäntel, wenn sie nur etwas im gewachsenen Boden standen, bei Hochwässern keinen Schaden nahmen und dass dieselben, wenn sie hierbei auch bedeutend schief wurden, doch immer bei der weiteren Senkung leicht vertical gerichtet werden konnten. Eine weitere Schwierigkeit bestand hier ferner in dem Nachdringen des reinen Sandes bei starkem Pumpen, eine Schwierigkeit, die übrigens auch bewältigt werden konnte.

Die Station Podgorze ist der tiefste Punkte des gegenständlichen Netzes; die Höhengöhe derselben ist 194 m.

Ich erwähne hier noch, dass auf Oswiecim-Podgorze nunmehr schon ein ziemlich bedeutender Localverkehr, namentlich in Mineralkohle besteht und gehe über auf das dritte und letzte Stück des Ergänzungsnetzes, auf die Linie Sucha-Skawina.

Diese Linie ist von Sucha aus auf 9 km im Skawathal abwärts geführt, wobei ausgedehnte Uferschutzbauten in Stein, ferner aber eine Stryszawakbrücke von 43, eine Tarnawakbrücke von 25 m und eine Skawabrücke mit drei Oeffnungen von je 35 m Lichtweite vorkommen. Die zwei Flusspfeiler letzterer Brücke sind mittelst Senkbrunnen fundirt.

In Skawee beginnt der Aufstieg zur Wasserscheide von Stronie, welche Wasserscheide 60 m über der Station Sucha, 190 m über Skawina und 50 m über der Station Saybusch liegt, wobei wohl grosse Erd- und Felsarbeiten, aber im Allgemeinen keine bedeutenden Schwierigkeiten vorkamen.

Der Abstieg erfolgt gleich dem Aufstieg mit 18% ununterbrochen bis Kalwarya, von da aber mit schwächeren Gefällen ohne eine Gegensteigung bis Skawina. Dabei ist die Strecke von Kalwarya bis Skawina einfach und wenig interessant, wogegen die ihr vorhergehende Strecke Stronie-Kalwarya, die eine landschaftlich reizende Umgebung hat, durch sehr bedeutende Erdbauten, darunter Einschnitte von 73.000 und 99.000 m³ Inhalt, unter oft ziemlich schwierigen Bodenverhältnissen ausgezeichnet ist. Auf Sucha-Skawina besteht keine nennenswerthe Industrie gewöhnlichen Sinnes, dagegen wird hier ein sehr bedeutender Personenverkehr eintreten, da Kalwarya ein Gnadenort ist, der zuweilen an einem Tage von 60.000 Wallfahrern besucht wird.

Werden nun, wie dies die Tab. B zeigt, die auf ein Meter Bahn entfallenden Mengen der hauptsächlichsten Unterbau-Herstellungsinen einander gegenübergestellt, so ergibt sich, dass die grösste Erdbewegung auf den Linien Sucha-Skawina, Saybusch-Neusandec und Saybusch-Zwardon war, und zwar betrug dieselbe 19, bzw. 18 und 17 m³. Die meisten trockenen Steinbauten waren gleichfalls auf diesen Strecken und betrugen, in der gleichen Ordnung genommen, 0.8, bzw. 1.1 und 1.5 m³. Die Menge des ausgeführten Mörtelmauerwerkes endlich betrug hier 0.6, bzw. 0.4 und 0.4 m³. Hiermit im Einklange betragen nach einer vorläufigen Schätzung die kilometrischen Gesamtkosten der Linien, und zwar einschliesslich der Ausgaben für Centralleitung und Fahrbetriebsmittel, aber ohne Intercalarzinsen, für Saybusch-Neusandec 87.300 fl., für Saybusch-Zwardon 76.000 fl., für Oswiecim-Podgorze 69.000 fl., für Sucha-Skawina 63.500 fl., für Stroze-Zagorz 62.000 fl., für Chryplin-Husiatyn 39.000 fl. und endlich für die kleine Localbahn Zagorzany-Gorlice 27.000 fl., wozu ich noch bemerke, dass für Stanislaw-Husiatyn im Sinne des bezüglichen Gesetzes keine Fahrbetriebsmittel beigelegt wurden.

Die kilometrischen Kosten der Linie Tarnow-Leluchow, welche Linie allerdings in schwierigerem Terrain mit einer um 1.0, bzw. 1.6 m grösseren Kronenbreite des Bahnkörpers ausgeführt und mit Fahrbetriebsmitteln reichlicher versehen ist, waren 91.400 fl., während hingegen die durchschnittlichen kilometrischen Kosten des gegenständlichen Bahnnetzes 64.300 fl. betrugen, was ungefähr den Kosten der Strecke Unterdrauburg—St. Paul der Lavantthalbahn entspricht, mit welcher Strecke unser Netz in der That auch

Tabelle B

über die auf 1 m Bahn entfallenden hauptsächlichsten Arbeitsmengen in m³.

Gegenstand	Netz der galizischen Transversalbahn							Linie Tarnow-Leluchow
	Saybusch-Neusandec	Zwardon-Saybusch	Oswiecim-Podgorze	Stroze-Zagorz	Sucha-Skawina	Chryplin-Husiatyn	Zagorzany-Gorlice	
Erd- und Felsbewegung . . .	18.0	17.0	16.0	11.0	19.0	9.0	4.0	22.7
Trockene Steinbauten (Steinwürfe, Steinsätze, Trockenpflaster und Trockenmauern)	1.1	1.5	0.3	0.1	0.8	0.2	0.02	2.0
Mörtelmauerwerk (Pflaster, Wandmauern, Brücken- und Tunnelmauerwerk)	0.4	0.4	0.3	0.3	0.6	0.2	0.1	1.2

eine gewisse generelle Aehnlichkeit besitzt. Zu diesen Kosten trägt das Land Galizien ungefähr 3·1 %, Interessenten aber tragen ungefähr 1/2 % bei.

Ich habe im Eingange bereits erwähnt, dass die Bauausführung des ganzen Netzes von 555 km Länge sich im Zeitraume vom Frühjahr 1883 bis zum Spätherbste 1884 vollzog. In den gleichen Zeitraum fällt überdies der Bau der Linien Jaroslau-Sokal und Czernowitz-Nowosielica, welche Linien zusammen 182 km lang sind, daher unverkennbar ist, dass bei dem Baue des galizischen Transversalbahn-Netzes an die inländische Industrie sowohl, als an die inländischen Arbeitskräfte Ansprüche gestellt wurden, welchen diese nur mit dem äussersten Aufgebote ihrer Kräfte zu entsprechen im Stande waren.

Anbelangend endlich die Preise der hauptsächlichsten Herstellungen bemerke ich, dass auf den Regielinien im Durchschnitt ungefähr folgende Preise gezahlt wurden:

Für 1 m³ Erdarbeit sammt der Verführung 52 kr., für 1 m³ Steinwurf sammt dem Materiale dazu 2 fl. 90 kr., für 1 m Flechtwerke von 25 cm Höhe 25 kr., von 60 cm Höhe 50 kr. Die Senkfashinen kosteten pro 1 m 1 fl. 70 kr.,

Faschinenwerke pro 1 m³ 2 fl. 10 kr.; der Preis von Spreitlagen war 77 kr. pro 1 m². Das häuptige Mauerwerk kostete 10 fl. 50 kr., das Gewölbmauerwerk 12 fl. 30 kr., das Quadermauerwerk 34 fl. pro 1 m³.

Des Weiteren dürfte zu erwähnen von Interesse sein, dass der Aushub der Senkbrunnen mit 5 fl. 40 kr., das Mauerwerk der Brunnen einschliesslich des Kranzmauerwerkes und Bétons mit 16 fl. 25 kr. pro 1 m³ bezahlt wurde, wonach die Fundirung der eingelegigen senkrechten Brückene Pfeiler einschliesslich aller Nebenherstellungen und der Steinwürfe um die Brunnen pro Tiefenmeter der Fundirung, wenn die Brücken-Lichtweite 40 m war, auf 1000 fl., bei 50 m Lichtweite aber auf 1400 fl. zu stehen kam.

Ich bemerke zu allen diesen Preisen, dass sich der mittlere Taglohn des Erdarbeiters auf ungefähr 70 kr., der des Maurers auf ungefähr 1 fl. 80 kr. stellte.

Der Preis des eisernen Ueberbaues der Brücken war einschliesslich des Anstriches und der Montirungsgerüste auf Oswieim-Podgorze 263 fl. 40 kr., auf Saybusch Zwardón und Sucha-Skawina 235 fl. pro Tonne, und zwar als Durchschnittspreis von Schweisseisen, Gusseisen, Stahl und Blei.

Zur Theorie der Axial-Turbinen.

Von Prof. v. Luschka in Bielitz.

Die Bedingungsgleichungen für einen stossfreien Eintritt des Wassers in das Laufrad, ferner für eine constante axiale Durchflussgeschwindigkeit durch die Turbine (constante Breite vorausgesetzt) und den damit zusammenhängenden axialen Austritt sind mit Bezugnahme auf das nebenbei skizzierte Geschwindigkeits-Diagramm:

$$\frac{v}{c} = \frac{\sin(\beta - \alpha)}{\sin \beta} \quad . \quad 1)$$

$$\frac{c_1}{c} = \frac{\sin \alpha}{\sin \beta} \quad . \quad 2)$$

$$c \sin \alpha = c_1 \sin \beta = c_2 \sin \delta \quad . \quad 3)$$

wobei:

v die Umfang-Geschwindigkeit,

c die absolute Ausflussgeschwindigkeit aus dem Laufrad,

c_1 die relative Eintrittsgeschwindigkeit in's Laufrad,

c_2 die relative Austrittsgeschwindigkeit aus dem Laufrad,

w die constante Axialkomponente dieser Geschwindigkeiten ist, endlich

α , β und δ die Winkel bedeuten, welchen die Tangenten an die ersten Schaufel-Elemente mit der Horizontalen einschliessen.

Denkt man sich die relativen Durchflussgeschwindigkeiten c_1 und c_2 in Orthogonal-Componenten zerlegt, so gibt die Differenz der Horizontal-Componenten die Horizontalbeschleunigung u , die das Wasser beim Durchfluss durch das Rad unter dem Einfluss der Schaufel-Drückung erfährt.

Diese Differenz

$$u = v - (-w \cdot \cot \beta)$$

ist in allen Fällen gleich der Horizontal-Componente von c , nämlich:

$$c \cdot \cos \alpha = u = v + w \cdot \cot \beta \quad . \quad 4)$$

Man erhält ferner in Berücksichtigung, dass:

$$\frac{v}{w} = \cot \delta; \quad \frac{u}{w} = \cot \alpha; \quad \frac{v-u}{w} = -\cot \beta \quad . \quad 5)$$

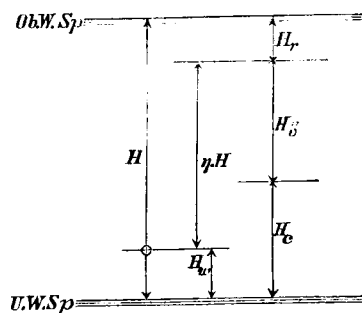
$$\cot \delta = \cot \alpha - \cot \beta \quad . \quad 6)$$

mit welcher Gleichung die Abhängigkeit der Winkel von einander zum Ausdruck kommt und woraus ersichtlich, dass δ bestimmt ist, wenn α und β angenommen wird.

Nennt man nun H das disponible Gefälle*) und denkt sich die Spaltebene im Unterwasserspiegel liegend, so zerlegt sich H im Allgemeinen in drei Summanden:

$$H = H_r + H_o + H_\delta \quad . \quad 7)$$

Obw.Sp.



wobei:

H_r die Widerstandshöhe,

H_o die Geschwindigkeitshöhe,

H_δ die Ueberdruckhöhe.

Das Wasser verlässt nun die Turbine mit der Geschwindigkeit w ; demnach ist

in diesem Falle $\frac{w^2}{2g} = H_w$ als

Gefällsverlust**) zu betrachten, so dass w möglichst klein zu halten ist. Gewöhnlich beträgt $\frac{w^2}{2g}$ etwa 4—6 % des disponiblen Gefälles oder allgemein:

$$\frac{w^2}{2g} = H_w = \eta_w \cdot H \quad . \quad 8)$$

*) Unter dem disponiblen Gefälle verstanden der Abstand von Ober- und Unterwasserspiegel vermindert um jene Widerstandshöhe, welche der Zuleitung zum Laufrad entspricht.

**) Bei Rohrturbinen ist es möglich, diesen Verlust zu reduciren.

Die Summe ($H_r + H_w$) gibt demnach den gesammten hydraulischen Gefällsverlust*) und es wird das Nutzgefälle

$$\eta H = H - (H_r + H_w) \dots \dots \dots 9)$$

Die Widerstandshöhe H_r fasst in sich alle Gefällsverluste, welche resultiren aus der Reibung und sonstigen Widerständen in den Leit- und Laufcanälen, endlich aus dem Stoss, welcher in Folge incorrecten Eintrittes oder in Folge des unvermeidlichen Aufschlagens des Wassers an die Schaufelkanten auftritt.

Die Geschwindigkeitshöhe, der zweite Summand, dient zur Erzeugung der Ausflussgeschwindigkeit aus dem Leitrad; diese Geschwindigkeit ist abhängig von der Winkelwahl von α und β , sowie von der Grösse der hydraulischen Widerstände.

Der letzte Summand H_b bleibt nun als constante Drucksäule auf das Turbinenwasser wirksam und veranlasst die Beschleunigung der relativen Durchflussgeschwindigkeit durch das Laufrad von c_1 auf c_2 , so dass:

$$H_b = \frac{c_2^2}{2g} - \frac{c_1^2}{2g} \dots \dots \dots 10)$$

Der Werth H_b ist ebenso wie H_c abhängig von der Winkelwahl und H_r . Dabei kann H_b vollständig verschwinden und zusammenhängend damit wird die ganze Differenz ($H - H_r$) in Geschwindigkeit umgesetzt, so dass:

$$c = \sqrt{2g(H - H_r)}.$$

Nimmt hingegen H_b einen positiven Werth an, so wird

$$c = \sqrt{2g(H - H_r - H_b)}$$

also natürlich umso kleiner, je grösser H_b wird.

Während man es im ersten Falle ($H_b = 0$) mit einer Druck- oder Grenz turbine zu thun hat, repräsentirt die Beziehung ($H_b > 0$) das Princip der Reactionsturbinen und das Verhältniss $\frac{H_b}{H}$ hat als Reactionsgrad**) zu gelten.

Dieses Verhältniss bewegt sich innerhalb der Grenzen Null und Eins.***)

Es soll nun zunächst H_b durch H_c ausgedrückt werden.

Man erhält aus der Gleichung 10)

$$H_b = \frac{c_2^2}{2g} - \frac{c_1^2}{2g}.$$

indem man für c_2 und c_1 die Werthe aus Gleichung 3) einführt und ferner mittelst Gleichung 6) den Winkel β eliminirt:

$$H_b = \frac{c^2}{2g} [\sin \alpha \cos \alpha (\cot \alpha - 2 \cot \beta)] \dots \dots \dots 11)$$

$$= H_c [\sin \alpha \cos \alpha (\cot \alpha - 2 \cot \beta)]$$

oder in dem wir der Einfachheit wegen setzen:

$$\sin \alpha \cdot \cos \alpha (\cot \alpha - 2 \cot \beta) = n \dots \dots \dots 12)$$

einfach:

$$H_b = n \cdot H_c \dots \dots \dots 13)$$

*) Ohne Spaltverlust.

**) v. Rittinger nennt: $\frac{c^2}{2gH}$, Werner: $\frac{\sqrt{2gH}}{c}$, Meissner:

$\frac{c}{\sqrt{2gH}}$ den Reactionsgrad oder auch die Charakteristik.

***) Für Reactionsturbinen $\beta \approx 90^\circ$ ist zumeist $\frac{H_b}{H} = \approx 0.4$ bis 0.5 .

Aus dem Werth n geht ohne Weiteres hervor, dass für

$$\cot \alpha = 2 \cot \beta$$

der Ausdruck $= 0$ wird und damit auch H_b , dass also diese Winkelbeziehung die charakteristische ist für Druckturbinen von constanter Breite. (Grenz-Turbinen.)

Ist hingegen

$$(\cot \alpha - 2 \cot \beta) > 0,$$

so hat man es allemal so lange die eingangs aufgestellten Bedingungen eingehalten werden, mit einer Reactionsturbine zu thun. Der Werth n steigt mit dem Winkel β ; überschreitet β die Grösse von 90° , so verwandelt sich das Vorzeichen und n steigt bis zu dem Grenzwert ∞ für $\beta = 180^\circ$. Eine praktische Bedeutung hat dieser Fall nicht, da gleichzeitig die Durchflussgeschwindigkeit auf Null reducirt würde, indem dann

$$H_b = H$$

wird.

Nachdem nun H_b vorläufig bestimmt ist, wenden wir uns H_r zu.

Wie schon erwähnt, ist H_r ein summarischer Werth, da es nicht angeht, alle Widerstände in die Rechnung einzeln einzuführen.

Setzt man nun H_r proportional der Summe der Ausflussgeschwindigkeitshöhen,*) so ergibt sich

$$H_r = \Delta \left(\frac{c^2}{2g} + \frac{c_2^2}{2g} \right) \dots \dots \dots 14)$$

wobei Δ ein (vorläufig unbestimmter) Erfahrungs-Coëfficient ist.

Dieser Coëfficient muss unter allen Umständen gewählt werden und seine Wahl ist von maassgebendem Einfluss auf den Nutzeffect der Turbine.

Trifft der bei Berechnung der Turbine angenommene Werth zu, so verläuft der Durchflussprozess ganz entsprechend der Berechnung; ist hingegen diese Uebereinstimmung nicht vorhanden, so werden auch die wirklichen Geschwindigkeiten andere sein, als die berechneten; der stossfreie Eintritt geht verloren, ebenso die axiale Ausflussrichtung und das mehr oder weniger, je nachdem Annahme und Wirklichkeit mehr oder minder differiren.

Es ist demnach von hervorragender Wichtigkeit für den Turbinenbau, die Grösse dieses Coëfficienten mittelst Versuches**) an ausgeführten Turbinen zu bestimmen, wenn auch bemerkt werden muss, dass der Coëfficient von so vielen Factoren abhängt, die bei verschiedenen Turbinen so verschieden auftreten, dass an eine exacte Bestimmung von Δ nicht gedacht werden kann.

Führen wir die Beziehung

$$H_r = \Delta \left(\frac{c^2}{2g} + \frac{c_2^2}{2g} \right)$$

weiter aus, so ergibt sich durch eingeführte Substitutionen

$$H_r = \Delta \left(H_c + H_b + \frac{c_1^2}{2g} \right) \dots \dots \dots 15a)$$

*) Professor Werner setzt in seiner Theorie der Turbinen:

$$H_r = \zeta_n \frac{c^2}{2g} + \zeta_z \frac{c_1^2 + c_2^2}{4g}.$$

**) Laboratoriumsversuche hat darüber Prof. Fliegner in Zürich angestellt und in der Zeitschrift d. V. deutscher Ing. 1879 veröffentlicht.

und in Anbetracht, dass

$$\frac{c_1^2}{2g} = H_c \cdot \frac{\sin^2 \alpha}{\sin^2 \beta}$$

und

$$H_0 = n \cdot H_c$$

$$H_r = \Delta H_c \left(1 + n + \frac{\sin^2 \alpha}{\sin^2 \beta} \right) \dots \dots \dots 15b)$$

Setzt man wieder der Einfachheit wegen:

$$\Delta \left(1 + n + \frac{\sin^2 \alpha}{\sin^2 \beta} \right) = m \dots \dots \dots 16)$$

so ist:

$$H_r = m H_c \dots \dots \dots 17)$$

Die Werthe für H_r und H_0 aus den Gleichungen 13) und 17) in Gleichung 7) eingeführt, erhält man:

$$\begin{aligned} H &= H_c + n \cdot H_c + m H_c \\ &= H_c (1 + n + m) \dots \dots \dots 18) \end{aligned}$$

woraus schliesslich:

$$\left. \begin{aligned} a) \quad H_c &= \frac{c^2}{2g} = \frac{1}{1 + n + m} \cdot H \\ b) \quad H_0 &= n H_c = \frac{n}{1 + n + m} \cdot H \\ c) \quad H_r &= m H_c = \frac{m}{1 + n + m} \cdot H \end{aligned} \right\} \dots \dots \dots 19)$$

Diese Gleichungen geben nun in übersichtlicher Weise die Beziehungen der Gefällshöhen untereinander und zum Gesamtgefälle.

Der Werth $\frac{n}{1 + n + m}$ gibt den Reactionsgrad der Turbine in directer Weise.

Es kann nun auch H_w in ähnliche Beziehung zu $\frac{H}{1 + n + m}$ gebracht werden und ebenso u , respective $\frac{u^2}{2g}$; denn es ist

$$\begin{aligned} w &= c \cdot \sin \alpha \\ u &= c \cdot \cos \alpha \end{aligned}$$

somit

$$\eta_w = \frac{w^2}{2gH} = \frac{\sin^2 \alpha}{1 + n + m} \dots \dots \dots 20)$$

$$\frac{u^2}{2gH} = \frac{\cos^2 \alpha}{1 + n + m} \dots \dots \dots 21)$$

Der hydraulische Nutzeffect*) wird nun:

$$\begin{aligned} \eta &= 1 - \frac{m}{1 + n + m} - \frac{\sin^2 \alpha}{1 + n + m} \\ &= \frac{n + \cos^2 \alpha}{1 + n + m} \\ &= \left(H_0 + \frac{u^2}{2g} \right) \cdot \frac{1}{H} \dots \dots \dots 22) \end{aligned}$$

Damit wird endlich die vom Wasser secundlich an die Turbine abgegebene Maximalarbeit:

$$L^{(s m k)} = Q \cdot \left(H_0 + \frac{u^2}{2g} \right) \dots \dots \dots 23)$$

wo Q das secundliche Wassergewicht in Kilogrammen.

Die einzelnen Werthe H_r , H_0 und H_c sollen nun näher betrachtet werden.

Zunächst lässt sich der Ausdruck für H_r aus der Gleichung 15a) auch folgendermaassen gestalten:

$$H_r = \Delta \left(H - H_r + \frac{c_1^2}{2g} \right)$$

und daraus

$$H_r = \frac{\Delta}{1 + \Delta} \left(H + \frac{c_1^2}{2g} \right) \dots \dots \dots 24)$$

Aus dieser Gleichung geht hervor, dass die Widerstandshöhe H_r , abgesehen vom Coefficienten Δ , vorzüglich abhängig ist von der Grösse der relativen Eintrittsgeschwindigkeit c_1 und umso geringer wird, je geringer diese ist.

Wird nun bei Berechnung der Turbine die axiale Durchflussgeschwindigkeit gewählt, so ist klar, dass der kleinste Werth für c_1 erreicht wird, wenn man setzt

$$w = c_1$$

und damit zusammenhängend

$$\beta = 90^\circ *)$$

Es lässt sich jedoch ein noch geringerer Werth von c_1 für das gleiche α nachweisen, und zwar, indem man die Winkelbeziehung ermittelt, für welche $\frac{c_1^2}{2gH}$ ein Minimum wird.

Es ist

$$\frac{c_1^2}{2g} = H_c \cdot \frac{\sin^2 \alpha}{\sin^2 \beta} = H \cdot \frac{1}{1 + n + m} \cdot \frac{\sin^2 \alpha}{\sin^2 \beta}$$

und es wird $\frac{c_1^2}{2gH}$ ein Minimum werden für

$$(1 + n + m) \frac{\sin^2 \beta}{\sin^2 \alpha} = \max.$$

Dieser Ausdruck lässt sich auch schreiben:

$$\left[(1 + n)(1 + \Delta) + \Delta \frac{\sin^2 \alpha}{\sin^2 \beta} \right] \cdot \frac{\sin^2 \beta}{\sin^2 \alpha}$$

und wenn für einen gegebenen Werth von α nach jenem β gefragt ist, für welchen dieses Maximum eintritt, so handelt es sich nur um die Bestimmung, wann:

$$y = (1 + n) \cdot \sin^2 \beta = [1 + \sin \alpha \cos \alpha (\cot \alpha - 2 \cot \beta)] \cdot \sin^2 \beta = \max.$$

Die Differentiation ergibt:

$$\frac{dy}{d\beta} = \sin 2\beta (1 + \cos^2 \alpha) - \sin 2\alpha \cos 2\beta$$

und daraus, indem $\frac{dy}{d\beta} = 0$ gesetzt wird:

$$\operatorname{tg} 2\beta = \frac{\sin 2\alpha}{1 + \cos^2 \alpha}.$$

Um diesen Ausdruck auf ein Maximum oder Minimum zu untersuchen, sei die zweite Ableitung vorgenommen, welche ergibt:

$$\frac{d^2 y}{d\beta^2} = 2 \cdot \cos 2\beta \left[(1 + \cos^2 \alpha) + \frac{(\sin 2\alpha)^2}{1 + \cos^2 \alpha} \right].$$

Daraus erkennt man, da ein Maximum nur eintritt, wenn 2β solche Werthe annimmt, für die $\cos 2\beta$ negativ

*) Das gleiche Resultat findet Prof. v. Reiche („Gesetze des Turbinenbaues“), der gleichfalls w wählt und dann die Maximalbedingung für η ermittelt. Ebenso findet M. Grübler („Civil-Ingenieur“) auf Grund der Zeuner'schen Effectformeln den grössten Wirkungsgrad für $\beta = 90^\circ$.

*) Abgesehen vom Spaltverlust.

ist, dass 2β zwischen 90° und 270° liegen muss, respective β zwischen 45° und 135° .

Untersucht man die gefundene Bedingung

$$\operatorname{tg} 2\beta = \frac{\sin 2\alpha}{1 + \cos^2 \alpha} = \frac{2 \operatorname{tg} \alpha}{2 + \operatorname{tg}^2 \alpha},$$

für welche Werthe von β rationale Werthe für α sich ergeben, so findet man:

$$\operatorname{tg} \alpha = \frac{1}{\operatorname{tg} 2\beta} \pm \sqrt{\left(\frac{1}{\operatorname{tg} 2\beta}\right)^2 - 2}$$

und ersieht hieraus, dass mindestens sein muss:

$$\cot 2\beta = \sqrt{2} = 1.414,$$

woraus $2\beta_{\max} = 35^\circ 20'$, respective $\beta_{\max} = 17^\circ 40'$ wird, woraus hervorgeht, dass für $\beta \leq 90^\circ$ ein Maximum nicht existiert.

Setzt man demnach allgemein

$$2\beta = (180 + 2\gamma),$$

wobei $2\gamma_{\max} = 35^\circ 20'$, so heisst die Bedingung für $H_{r \min}$:

$$\operatorname{tg} 2\gamma = \frac{2 \operatorname{tg} \alpha}{2 + \operatorname{tg}^2 \alpha} \quad (25)$$

Nachstehende Tabelle gibt die betreffenden zusammengehörigen Winkelgrössen:

α°	$2\gamma^\circ$	$\beta = (90 + \gamma)$	$(90 + \frac{\alpha}{2})$
15	14° 30'	97° 15'	96° 30'
18	17° 10'	98° 35'	99°
20	18° 50'	99° 25'	100°
22	20° 30'	100° 15'	101°
30	26° 30'	103° 15'	105°
45	33° 40'	106° 50'	112° 30'

Man kann nun in den Ausdruck für $\frac{c_1^2}{2g}$ die gefundene Minimumbedingung einführen und erhält:

$$H_{r \min} = \frac{\Delta}{1 + \Delta} \left(H + \frac{H}{\cot \alpha \cot \gamma (1 + \Delta) + \Delta} \right),$$

woraus zu entnehmen, dass c_1 umso kleiner wird, je kleiner α gewählt wird, womit auch der Winkel γ sich stetig verringert. Aber γ wird erst gleich Null, d. h. $\beta = 90^\circ$, wenn $\alpha = 0$ wird.

Ist zum Beispiel $\alpha = 21^\circ$ gewählt und es soll $H_{r \min}$ ermittelt werden, so ergibt sich zunächst für γ

$$\gamma = 9^\circ 45'$$

und des Weiteren für $\Delta = 0.12^{**})$ angenommen

$$\frac{c_1^2}{2g} = 0.06 H$$

$$H_{r \min} = \frac{\Delta}{1 + \Delta} \cdot 1.06 H = \sim 0.114 H,$$

d. h. es gehen mindestens 11.4% des Gefälles auf die hydraulischen Widerstände verloren.

Gehen wir nun auf H_b über und untersuchen, wann der Reaktionsgrad ein Maximum wird. Wie schon erwähnt,

*) Prof. Werner findet in seiner Turbinentheorie ein Minimum für c_1 bei $\beta = 90 + \frac{\alpha}{2}$. Des Vergleiches wegen ist letzterer Werth in die Tabelle aufgenommen.

**) Für gut ausgeführte Turbinen lässt sich $\Delta = 0.12 - 0.15$ setzen.

ist das absolute Maximum unbrauchbar und es kann sich demnach höchstens darum handeln, für einen gegebenen Werth von β jenes α zu bestimmen, für welches ein Maximum von $\frac{H_b}{H}$ eintritt.

Ziemlich gleichzeitig mit $\frac{H_b}{H} = \max$ wird $\frac{H_c}{H} = \min$ werden und es soll unter vorläufiger Annahme von $\Delta = 0$ dieser Fall betrachtet werden.

Es wird hier $\frac{H_c}{H} = \frac{1}{1 + n}$ und ein Minimum für $\frac{H_c}{H}$ wird eintreten, wenn n ein Maximum wird.

Nun ist

$$\frac{dn}{d\alpha} = -\sin 2\alpha - 2 \cos 2\alpha \cdot \cot \beta$$

und somit die Bedingungsgleichung

$$-\operatorname{tg} 2\alpha = 2 \cdot \cot \beta \quad (26)$$

β muss also wieder grösser sein als 90° , damit ein Minimum möglich wird.

Setzen wir wieder

$$\beta = (90 + \gamma_1),$$

so wird die Beziehung lauten:

$$\operatorname{tg} 2\alpha = 2 \cdot \operatorname{tg} \gamma_1$$

Dies führt auf folgende Werthe von α bei gegebenem β :

β	α	Bez. zwischen α u. β
150°	37°	ca. $90 + 1.6 \alpha$
135°	31° 45'	" $90 + 1.4 \alpha$
120°	25°	" $90 + 1.2 \alpha$
110°	18°	" $90 + 1.11 \alpha$
100°	9° 45'	" $90 + \alpha$

Wird hingegen für Δ ein Werth grösser als Null eingeführt, so ergibt die Differentiation von $(1 + n + m)$:

$$\frac{d(1 + n + m)}{d\alpha} = \sin 2\alpha \left[\frac{\Delta}{\sin^2 \beta} - 1 - \Delta \right] - \cos 2\alpha (1 + \Delta) 2 \cot \beta$$

und daraus die Bedingung für $H_{c \min}$:

$$\operatorname{tg} 2\alpha = \frac{2(1 + \Delta) \operatorname{tg} \beta}{\Delta - \operatorname{tg}^2 \beta} \quad (27)$$

Es werden dabei die Werthe von α für ein gegebenes β etwas grösser als für $\Delta = 0$, und zwar umso grösser, je grösser Δ .

Es lässt sich nun ausserdem auch das absolute Maximum des Reaktionsgrades berechnen, unter der Voraussetzung, dass η_w einen bestimmt angenommenen Werth habe. Zu

*) Professor Werner findet $\beta = 90 + 2\alpha$ als Reaktionsmaximum; Professor Fink (Theorie der Turbinen) hingegen für $\beta = (90 + \alpha)$. Für letztere Beziehung wird $\frac{v}{c}$ ein Maximum, da $\frac{v}{c} = \frac{\sin(\beta - \alpha)}{\sin \beta}$;

$$\frac{d \left[\frac{\sin(\beta - \alpha)}{\sin \beta} \right]}{d\alpha} = -\sin \alpha - \cot \beta \cos \alpha \text{ und daraus } \cot \beta = -\operatorname{tg} \alpha,$$

d. h. $\beta = (90 + \alpha)$.

dem Ende benützt man die Formel 20), indem man dabei der Einfachheit wegen $\Delta = 0$ setzt und erhält:

$$\frac{\sin^2 \alpha}{\eta_w} = 1 + \sin \alpha \cos \alpha (\cot \alpha - 2 \cot \beta).$$

Setzt man nun für $2 \cot \beta$ die aus Gleichung 26) ermittelte Bedingung, wofür H_0 ein Maximum werden soll, in den obigen Ausdruck ein, so ergibt sich:

$$0.5 \left(\frac{1}{\eta_w} - 1 \right) = \frac{1}{\tan^2 \alpha} + \frac{1}{1 - \tan^2 \alpha},$$

woraus, wenn man die linke Seite der Gleichung einfach $= b$ setzt, folgt:

$$\tan^2 \alpha = \frac{1}{2} \pm \sqrt{\frac{1}{4} - \frac{1}{b}} \quad \dots \quad 28)$$

Für das so bestimmte α wird jetzt nach Gleichung 26) der Winkel β gerechnet und damit sind jene Winkel bestimmt, die für ein gegebenes η_w das absolute Reaktions-Maximum ergeben.

Es finden sich als brauchbare Werthe (abgerundet):

$$\text{für } \eta_w = 0.04 : \alpha = 17^\circ; \beta = 109^\circ$$

$$, \quad \eta_w = 0.0625 : \alpha = 22^\circ; \beta = 116^\circ.$$

Sucht man ohne Rücksicht auf den Reaktionsgrad den Werth von β , wenn α und η_w gegeben, so ergibt Gleichung 20):

$$\cot \beta = \frac{1}{\Delta} \left\{ (1 + \Delta) \cot \alpha - \sqrt{\cot^2 \alpha + \Delta \left(\frac{1}{\eta_w} - 1 \right)} \right\} \quad \dots \quad 29)$$

Endlich soll der für ηH gefundene Ausdruck eine Umformung erfahren. Es ist da

$$u = v \cdot \frac{\sin \beta \cdot \cos \alpha}{\sin (\beta - \alpha)} = v \cdot \frac{1}{\left(1 - \frac{\cot \beta}{\cot \alpha} \right)}$$

und ausserdem auch:

$$\begin{aligned} H_0 &= \frac{u^2}{2g} \left(1 - 2 \frac{\cot \beta}{\cot \alpha} \right), \\ \eta H &= H_0 + \frac{u^2}{2g} = \frac{v}{g} \cdot v \cdot \frac{1}{1 - \frac{\cot \beta}{\cot \alpha}} \\ &= \frac{v \cdot u}{g} \quad \dots \quad 30) \end{aligned}$$

Als Specialfälle seien, da die allgemeinen Bedingungen erledigt sind, die Turbinen mit $\beta = 90^\circ$, dann die Turbinen mit $H_0 = 0$ kurz behandelt.

Für $\beta = 90^\circ$ ist:

$$c = c_2; c_1 = w; u = v \text{ und } \lambda = \alpha.$$

Ferner ist:

$$\begin{aligned} n &= \cos^2 \alpha \\ m &= 2 \Delta \\ H_0 &= \frac{v^2}{2g} \\ H_c &= \frac{H}{1 + \cos^2 \alpha + 2 \Delta} \\ \eta &= \frac{2 \cos^2 \alpha}{1 + \cos^2 \alpha + 2 \Delta} = \frac{u^2}{g \cdot H} = \frac{v^2}{g H}. \end{aligned}$$

*) Diese Gleichung ist die Fundamental-Gleichung in den „Gesetzen des Turbinenbaues“ von Prof. v. Reiche und direct aus der Horizontalbeschleunigung abgeleitet. In der Form $v \cdot c \cdot \cos \alpha = g \cdot h$ auch früher schon gegeben von v. Rittinger.

Es gibt jedoch für $\beta = 90^\circ$ kein relatives Minimum für $\frac{H_r}{H}$ und ebenso kein relatives Maximum für $\frac{H_0}{H}$. Der einfachen Beziehungen wegen ist dieses System mit Recht für Reactionsturbinen besonders beliebt.

Alle Turbinen, die den anfänglich aufgestellten Bedingungen entsprechen, sind Turbinen mit geformtem Strahl und die entwickelten Formeln ohne Weiteres auf diese anwendbar. Die Turbinen, für die $\cot \alpha = 2 \cot \beta$, repräsentiren die unterste Grenze dieser Kategorie. Des geformten Strahles wegen ist diesen der Gang im Unterwasser gestattet, wie den übrigen. Die Laufradhöhe übt keine Beschleunigung auf das Turbinenwasser aus (Spalt im Unterwasserspiegel) und deshalb ist

$$c_1 = c_2$$

und dem entsprechend wird aus Gleichung 6)

$$\lambda = 2.$$

Da die Durchflussgeschwindigkeit durch das Laufrad eine constante ist, so sind auch die Canalquerschnitte constant zu halten.

Als weitere Beziehungen findet man:

$$c_1 = c \cdot \sqrt{1 - \frac{2}{3} \cos^2 \alpha}$$

$$v = c \cdot \frac{\cos \alpha}{2}$$

$$u = 2 v$$

$$m = 2 \Delta \left(1 - \frac{2}{3} \cos^2 \alpha \right)$$

$$H_c = \frac{H}{1 + 2 \Delta \left(1 - \frac{2}{3} \cos^2 \alpha \right)}$$

und

$$\eta = \frac{\cos^2 \alpha}{1 + 2 \Delta \left(1 - \frac{2}{3} \cos^2 \alpha \right)} = \frac{u^2}{2 g H}.$$

Da durch den Umstand $H_0 = 0$ der Zusammenhang zwischen Turbinen- und Leitraddwasser kein gezwungener ist, kann ohne wesentlichen Einfluss auf den Nutzeffect eine Regulirung des Aufschlagwassers durch ganzes oder theilweises Abschützen der Leitraddcanäle geschehen. — Dann aber füllt der Strahl den Laufradcanal nicht mehr aus und die Fähigkeit, im Unterwasser ohne wesentlichen Effectverlust zu arbeiten, ist verloren.

Der Hauptnachtheil dieser Grenzturbine besteht aber in dem grossen Werth der Ausflussgeschwindigkeit w . Nur für ganz kleine Werthe von α (unter 16°) bleibt der Austrittsverlust innerhalb der gewöhnlichen Grenzen und da die Widerstandshöhe ausserdem auch grösser ist, als für irgend eine andere Winkelbeziehung, so können diese Turbinen, als den anderen gleichwerthig, nicht bezeichnet werden.

Die nachstehende Tabelle gibt nun eine Uebersicht über die gewonnenen Resultate. Dabei ist der Winkel α gewählt worden innerhalb der gebräuchlichen Grenzen zu 16° , 20° und 24° . Für diese Annahmen sind nun unter Angabe der Winkelbeziehung zwischen α und β die Werthe n , m und die Gefällshöhen in Procenten des ganzen Gefälles berechnet. Die gewählten Winkelbeziehungen sind: erstlich $\cot \alpha = 2 \cot \beta$ [Grenzturbinen mit constanter Breite repräsentirend], dann $\beta = 90$, hierauf für jenen β -Werth,

für welchen H_r ein Minimum wird und schliesslich $\beta = 90 + 2\alpha$. Für Δ ist der Werth 0.125 gewählt.

α	Beziehung	β	n	m	$\frac{1}{1+\frac{m}{n}}$ $\frac{H_c}{H_r}$	$\frac{n}{1+\frac{m}{n}}$ $\frac{H_c}{H_r}$	$\frac{m}{1+\frac{m}{n}}$ $\frac{H_c}{H_r}$	$\frac{\sin^2 \alpha}{1+\frac{m}{n}}$ $\frac{H_c}{H_r}$	η
16°	$\cot \alpha = 2 \cot \beta$	29° 50'	0	0.163	0.860	0	0.1400	0.065	0.795
	$\beta = 90$	90°	0.924	0.250	0.460	0.425	0.1150	0.035	0.850
	$H_r = \min$	97° 40'	0.995	0.259	0.444	0.441	0.1150	0.034	0.851
	$\beta = 90 + 2\alpha$	122°	1.279	0.298	0.392	0.492	0.1158	0.033	0.851
20°	$\cot \alpha = 2 \cot \beta$	36°	0	0.167	0.857	0	0.1430	0.100	0.757
	$\beta = 90$	90°	0.883	0.250	0.468	0.414	0.1170	0.055	0.828
	$H_r = \min$	99° 25'	0.987	0.263	0.444	0.439	0.1170	0.052	0.831
	$\beta = 90 + 2\alpha$	130°	1.422	0.322	0.364	0.518	0.1174	0.0425	0.840
24°	$\cot \alpha = 2 \cot \beta$	41° 40'	0	0.172	0.853	0	0.1470	0.14	0.713
	$\beta = 90$	90°	0.885	0.250	0.480	0.400	0.1200	0.080	0.800
	$H_r = \min$	101°	0.979	0.268	0.444	0.437	0.1190	0.073	0.808
	$\beta = 90 + 2\alpha$	138°	1.660	0.378	0.329	0.546	0.1240	0.054	0.822

Ueberblickt man die Ziffern der Tabelle, so zeigt sich insbesondere, dass die Grösse H_r für alle angenommenen Werthe von α innerhalb der Grenzen $\beta = 90^\circ$ bis $\beta = 90 + 2\alpha$ ganz geringe Differenzen zeigt, woraus hervorgeht, dass die Winkelbeziehung zwischen α und β auf die Widerstandshöhe keinen nennenswerthen Einfluss hat, dass also in diesen

Grenzen, im praktischen Sinne, keinem besonderen Falle der Vorzug gebührt.

Wesentlich ungünstiger arbeiten, wie zu erwarten stand, die Turbinen mit $\cot \alpha = 2 \cot \beta$.

Der Verlust η_w wird umso kleiner, je kleiner α , respective je grösser β wird. Allein dieser Werth muss immer sammt seinen Consequenzen in Bezug auf Achsenreibung und Anlagekosten beurtheilt werden. Je kleiner η_w , umso grösser und schwerer wird die Turbine und die Wasserlast derselben. Wird ausserdem noch bei Verkleinerung von η_w der Reactionsgrad gesteigert, so wird trotz des grösseren Durchmessers die Tourenzahl nicht im Verhältniss der Gewichtsvergrösserung verringert und dann ist ein Mehraufwand an Arbeit für Achsenreibung unvermeidlich. Man wird also η_w innerhalb der bewährten Grenzen ohne weitere Rücksicht auf den hydraulischen Nutzeffect wählen.

Um einen höchsten Wirkungsgrad zu erzielen, muss das Bestreben einzig darauf gerichtet sein, den Werth Δ zu reduciren, dadurch, dass man durch richtige Beschauflung einen möglichst stossfreien Eintritt sichert und durch erhöhte Appretur der benetzten Flächen die Durchflusswiderstände vermindert.

Auf Grund dessen wird man berechtigt sein, bei Berechnung einer Turbine den Werth Δ entsprechend klein anzunehmen und die Bremsprobe muss die Richtigkeit dieser Annahmen bestätigen.

Berichtigungen zu dem Aufsatz:

Die Wasserleitungen in den hydraulischen Bergwerksdistricten Californiens etc. von Civil-Ingenieur G. Specht in San Francisco.

In diesem, in Heft II d. lauf. Jahrg. d. Zeitschr. veröffentlichten Aufsatz sind, einer Mittheilung des Autors zufolge, die nachstehenden Correcturen vorzunehmen:

Seite 35, l. Sp., Z. 2 v. u., anstatt 40 u. 240 Mk. soll es heissen 131 u. 786 Mk.	
" 35, r. " 25 " u., " 47—94 l pro Min. " 13—26 m ³ pro Sec.	
" 35, " " 6 " u., " (12—15 m lang) " (12—25 m lang.)	
" 36, " " 12 " o., " regenarmen Jahren " Durchschnitts-Jahren	
" 36, " " 27 " o., " 18,280.000 m ³ " 23,655.000 m ³	
" 37, l. " 23 " o., " 37 cm " 45 cm	
" 37, " " 26 " o., " 40 cm " 45 cm	
" 37, r. " 5 " u., " 50.250 " 50.500	
" 38, l. " 21 " o., " 2.2—2.3 m ³ " 22—23 m ³	
" 38, Tab. II, 2. Sp., 5. Zahl, anstatt 51 soll es heissen 52	
" 38, " II, 2. " 7. " " 2.4 " 2.5	
" 38, " II, 1. " Z. 6 v. u. " Juolmann " Tuolumne	
" 38, " II, 5. " letzte Zahl " 0.5 " 1.5	
" 38, " II, 6. " " " 2.5 " 0.8	
" 39, l. Sp., Z. 11 v. o., anstatt: in dem Niederschlagsgebiete, soll es heissen: in dem oberen Niederschlagsgebiete.	
" 42, l. Sp., Z. 10 v. u., anstatt 666 soll es heissen 966	
" 43, " " 21 v. u., " 45.7 cm " 45.7 m	
" 43, r. " 12 v. o., " 636 t " 637 t	

Seite 44, Tab. V, 6. Sp., 8. Zahl v. u., anstatt 1640 soll es heissen 1660	
" 44, " V, 6. " 4. " v. u., " 1070 " 1075	
" 44, " V, 6. " 2. " v. u., " 942 " 944	
" 44, " V, 6. " letzte Zahl " 1190 " 1195	
" 45, r. Sp., Z. 6 v. u., anstatt 18 cm soll es heissen 17.8 cm	
" 45, " " 17 v. u., " Der letzte untere " Der untere	
" 46, l. " 16 v. o., " 6.4 m " 5.04 m	
" 46, " " 16 v. o., " 5.04 m " 6.4 m	
" 47, r. " 26 v. o., anstatt Mechanics soll es heissen Mechanics	
" 47, " " 27 v. o., " Boss E. Browne " Ross E. Browne	
" 48, " " 28 v. u., " 7 cm " 7 mm	
" 50, l. " 18 v. u., " breit " weit	
" 50, " " 8 v. u., " Totalgewicht " Einzelgewicht	
" 50, r. " 2 v. u., " 117 m " 118.2 m	
" 51, l. " 3 u. 7 v. o., " Iteley " Steley	
" 51, " " 18 v. u., " 157' pro Secunde " 157' (47.8 m) pro Sec.	

Ferner ist in dem Aufsatz „Skibinski, Theorie des Erddrucks“ zu berichtigen:

Seite 69, r. Sp., Z. 24 v. u. anstatt $\epsilon = \rho_1$ soll es heissen $\epsilon = \rho$	
" 71, l. " 6 " o. im Nenner anstatt 504 soll es heissen 504	
" 71, r. " 7 " u. anstatt Gleichgewicht " Gewicht	
" 73, l. " 18 " u. soll der Ausdruck für M lauten	
$M = P \cdot \frac{h}{3} \cos \rho = 0.152 \frac{1}{6} h^3 \gamma$	

HAARMANN.

g.

A

B

250


230

Fig. 11.

Fig. 12..

Draufsicht.



Fig. 15.

Fig. 3. 

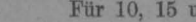
Draufsicht auf die Haken- und Klemmplatte für normale Spur.

Fig. 9.

Fig. 5 resp. 15 mm Spurerweiterung

Fig. 5.  Fig. 6. 

Für 10, 15 und 20 mm Spurerweiterung.

Fig. 7.  Fig. 8.

Aufgesattelte Hakenplatte, die Klemmplatte umfassend.

Fig. 14.
Seitenansicht

Schnitt CD

Fig. 16.

Fig. 17.

Schnitt durch die
Schienenbefestigung

Schnitt durch den
Schwellenstuhl

Schnitt durch die
Schienenbefestigung

Schnitt durch den
Schwellenstuhl.

L. Eisen als Querverbindung.

⌊ Eisen als Querverbindung.

Fig. 18. Anordnung des Geleises

ad Fig. 16. 1 : 50

Fig. 19. Anordnung des

Geleises ad Fig. 17. 1 : 50

Fig. 1. Schnitt A B ($1\frac{1}{2}$ nat. G.)

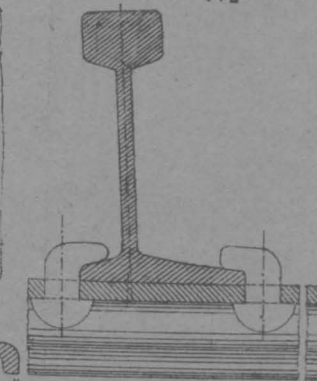
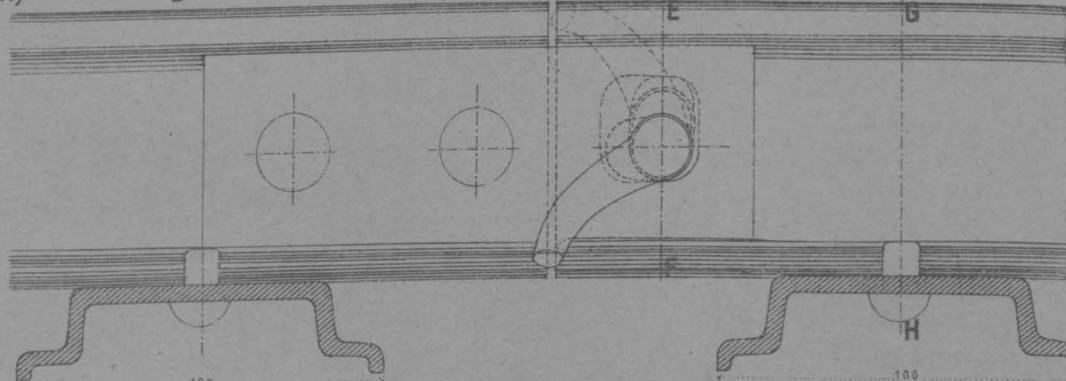
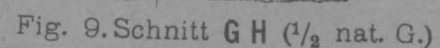
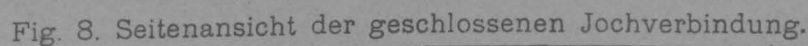
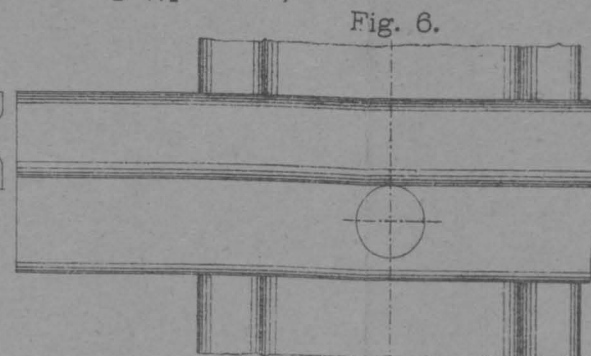
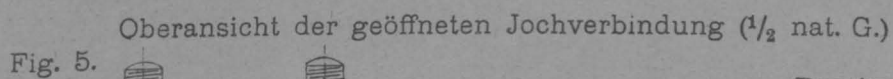
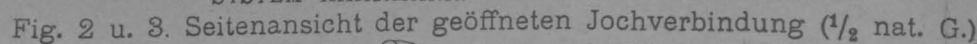


Fig. 10. Anordnung des 4m langen Joches (1:20).

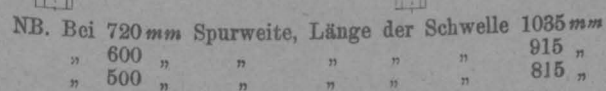
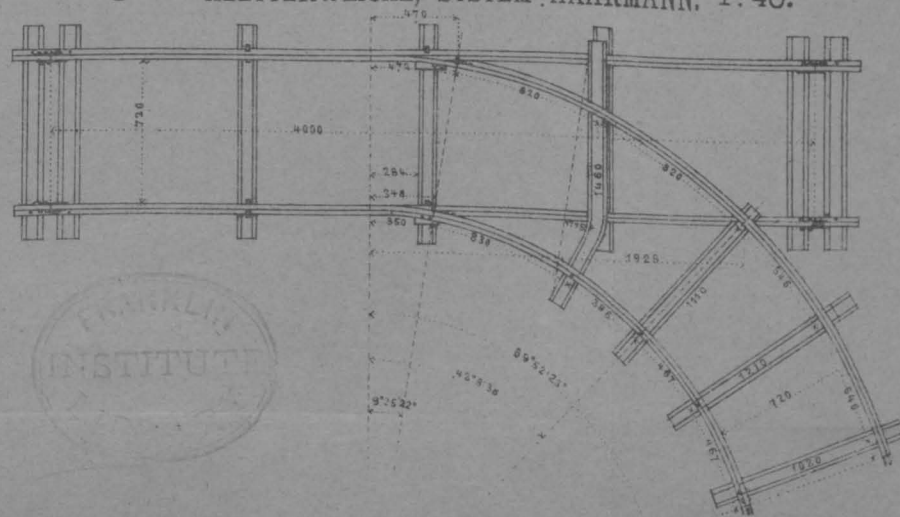
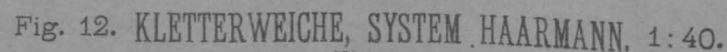


Fig. 11. PEDALWEICHE, SYSTEM HAARMANN. 1:40.



SCHIENEN-ABNÜTZUNG

STAHLSCHIENE, WELCHE VON 1871 BIS 1884 AUF QUERSCHWELLEN IM BETRIEB WAR.

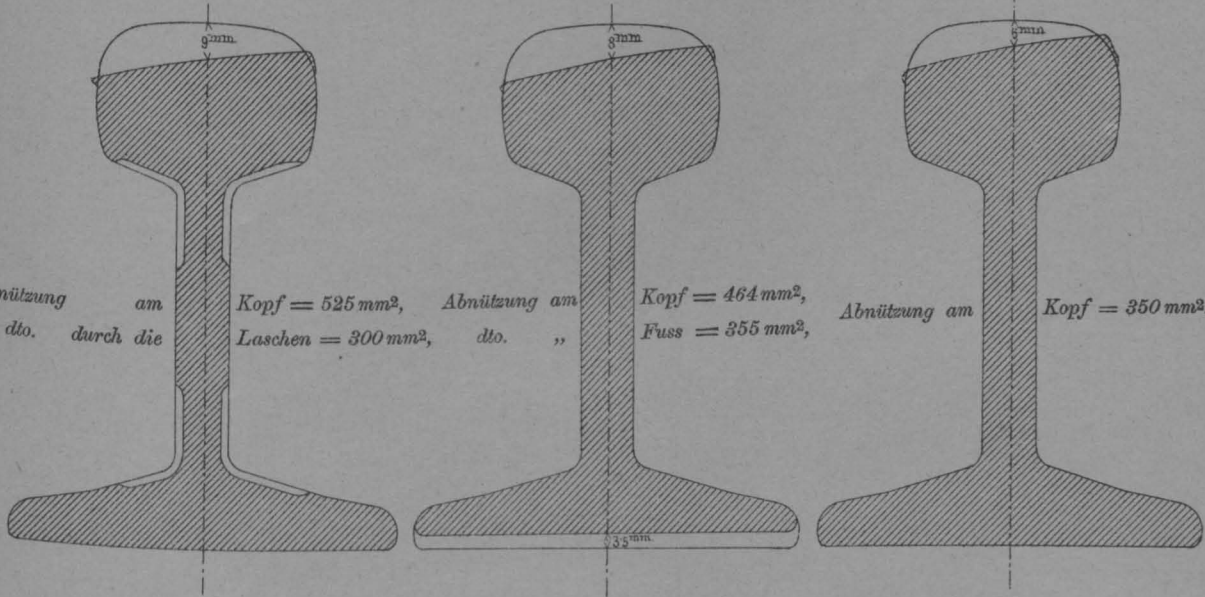
Über dieselbe gerollte Last = 54 Mill. Tonnen



Fig. 1.
Querschn. am Stoss.

Fig. 2.
Querschn. auf der Schwelle. Querschn. zwisch. zwei Schwell.

Fig. 3.



VERSCHLISSENE SCHIENENLASCHE.

Fig. 5. Fig. 6. Fig. 7.

Schnitt A A Schnitt B B Schnitt C C

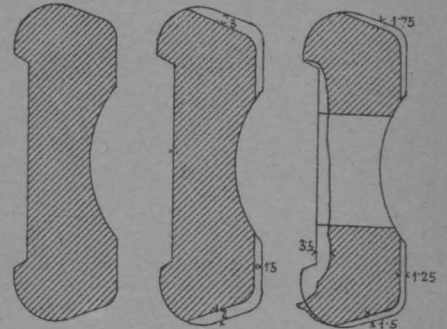


Fig. 4. Seitenansicht der Schiene.

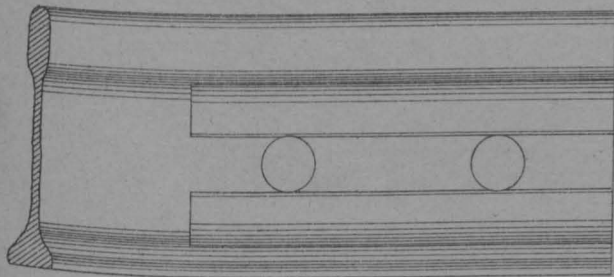
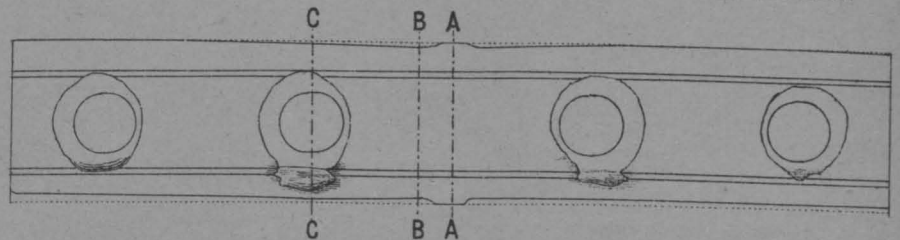


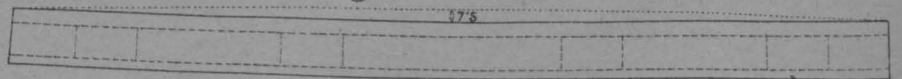
Fig. 8. Seitenansicht der verschlissenen Schienenlasche.



SEITLICH DURCHGEBogene SCHIENENLASCHE.



Fig. 10. Draufsicht.



Loco- motiv- Radreifen	im Betriebe		Querschnitt in cm ²		Laufstärke in mm		Max. der Durch- bieg. in mm
	von	bis	der neuen Bandage	der ab- genütz- ten Bandage	der neuen Bandage	der ab- genütz- ten Bandage	
Fig. 11.	April 1879	April 1884	100	56	65	34	2
Fig. 12.	Septb. 1881	Juni 1884	100	47	65	26	2.5
Fig. 13.	Septb. 1881	Juni 1884	100	47.5	65	26	3
Fig. 14.	Januar 1881	Juni 1884	100	45	65	24	3.5

VERSCHLISSENE LOCOMOTIVRADREIFEN.

Fig. 11.

Fig. 12.

Fig. 13.

Fig. 14.

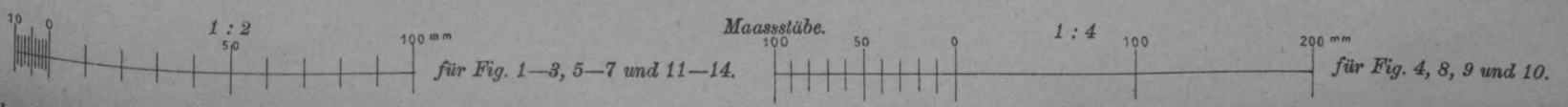
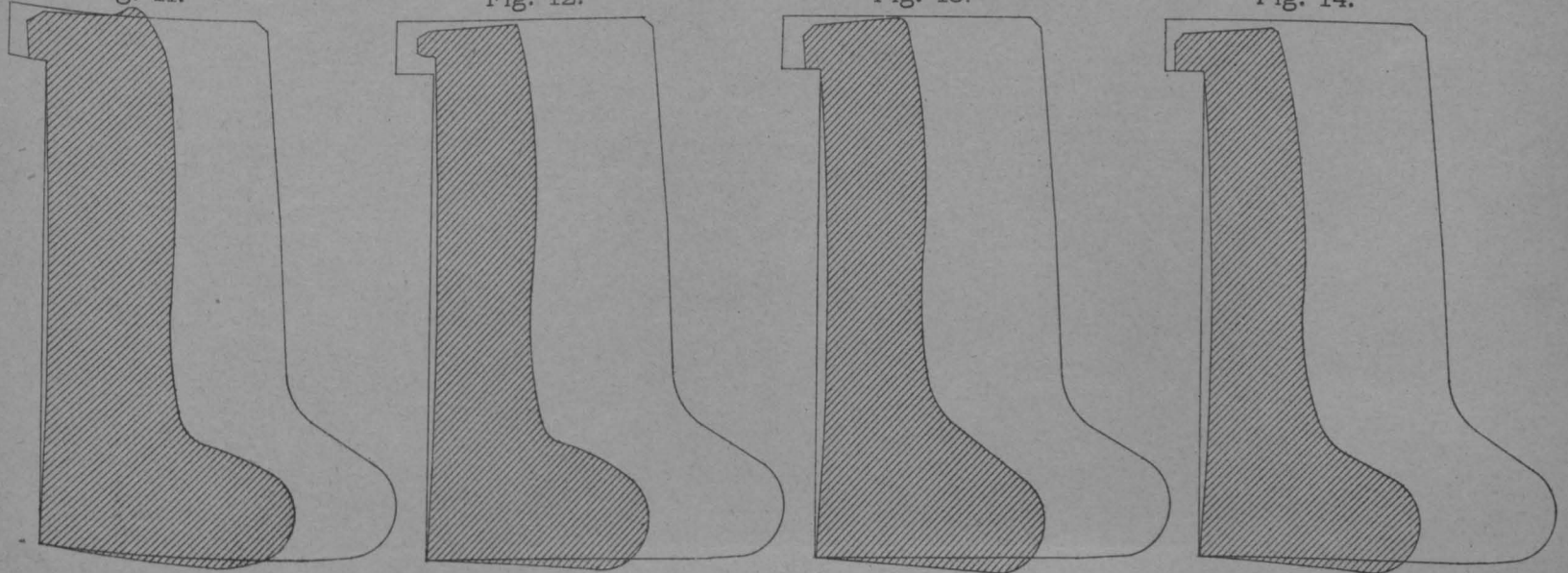


Fig. 1.
Schnitt durch die Nietung.

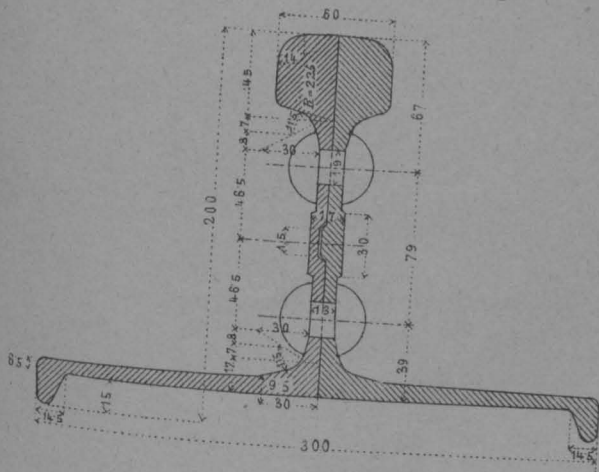


Fig. 2.
Schnitt durch den Stoss.

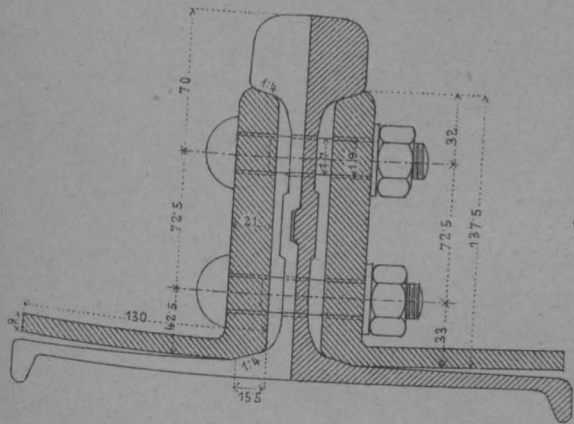


Fig. 5. Schnitt durch die Querverbindung.

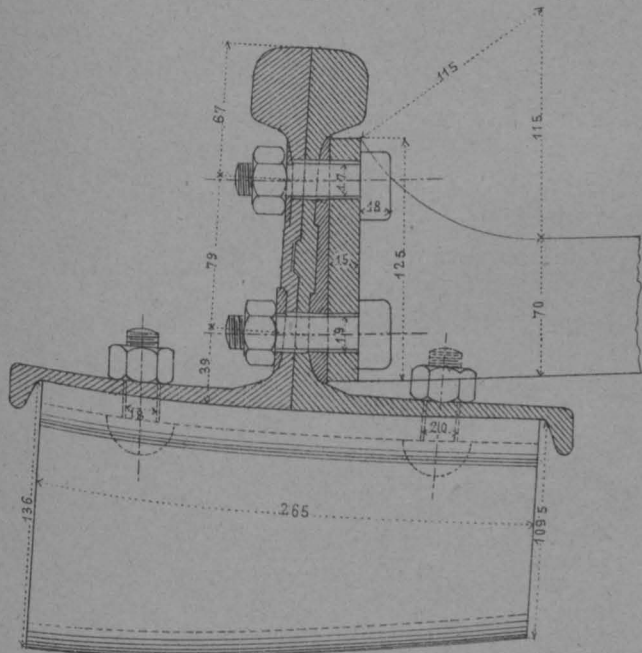


Fig. 3. Seitenansicht.

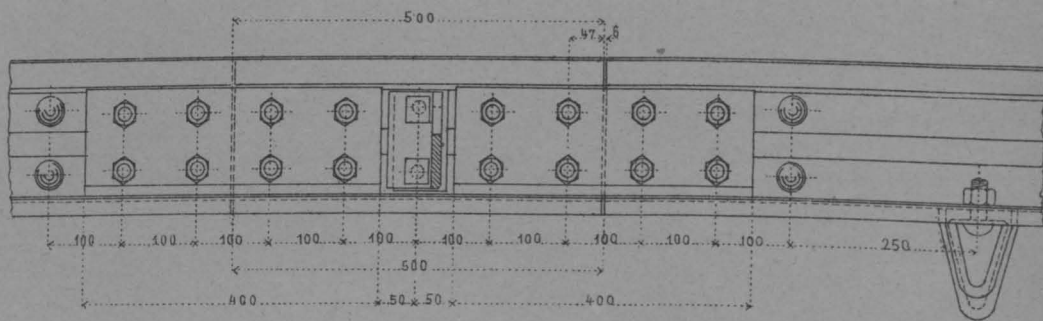


Fig. 4. Draufsicht.

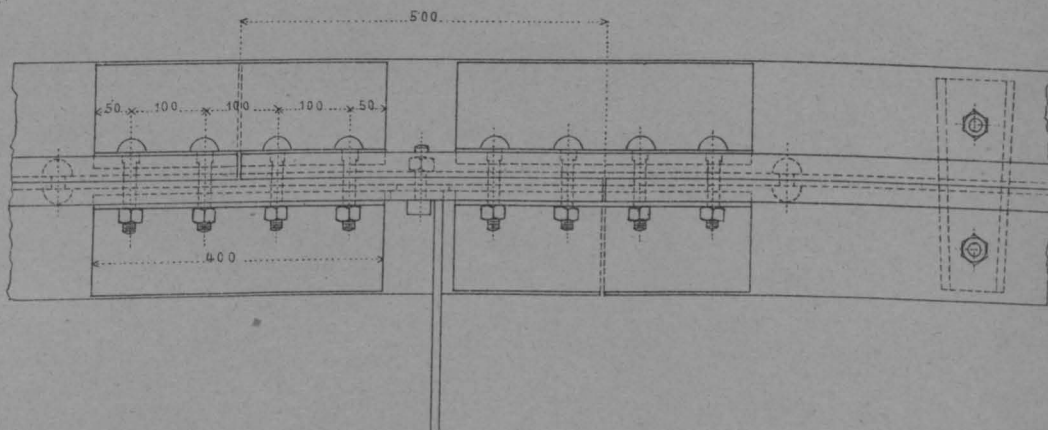


Fig. 6.
Seitenansicht der
Entwässerungsröhre.

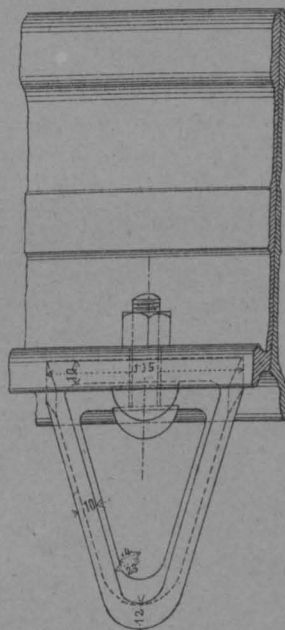
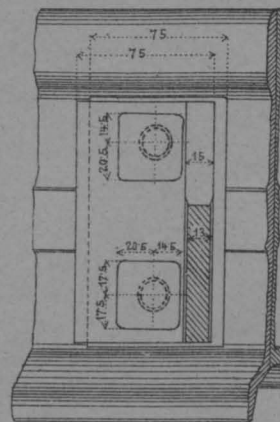
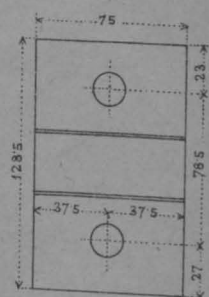


Fig. 7.
Seitenansicht der
Querverbindung.



NEIGUNGSPLATTEN.

Fig. 8.
Seitenansicht.



Querschnitt
für eine Spurerweiterung von
0 mm 5 u. 15 mm 10, 15 u. 20 mm

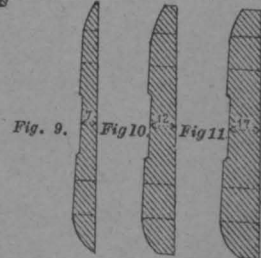
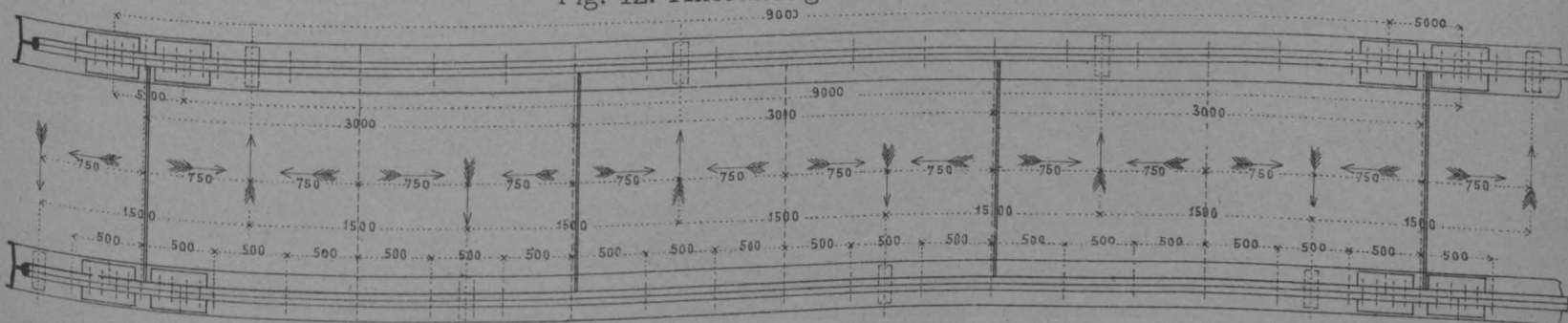


Fig. 12. Anordnung des Geleises.

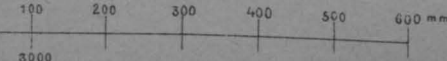
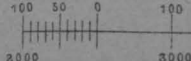
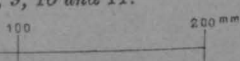
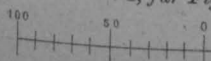


1 : 4, für Fig. 1, 2, 5, 6, 7, 8, 9, 10 und 11.

Maassstäbe.

1 : 50, für Fig. 12.

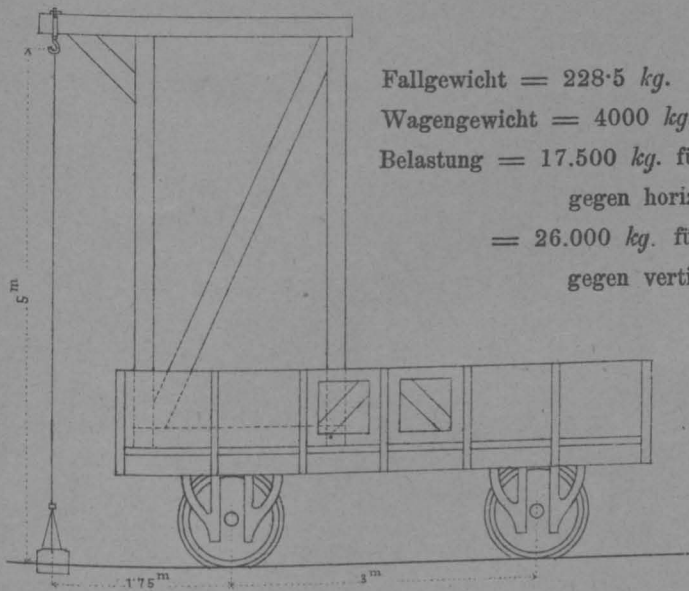
1 : 10, für Fig. 3 und 4.



W A G E N

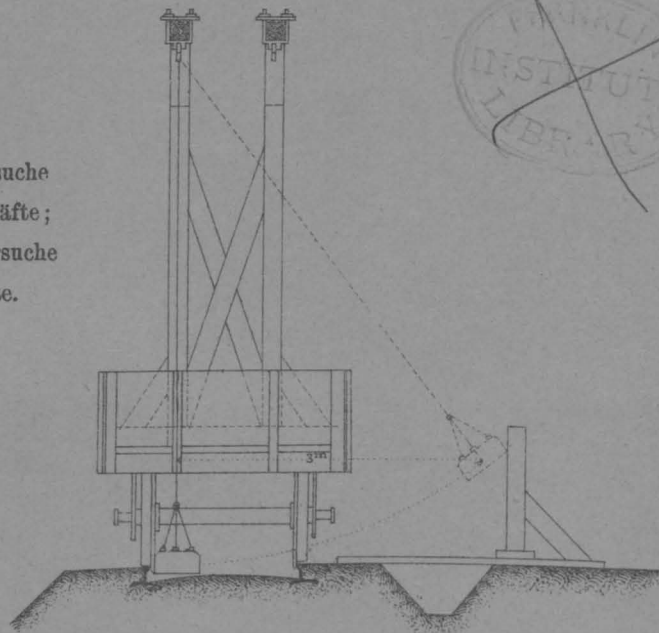
FÜR DIE VERSUCHE ÜBER DEN WIDERSTAND DER SCHWELLENSCHIENE GEGEN HORIZONTAL UND VERTIKAL WIRKENDE KRÄFTE.

Fig. 1. Längenansicht.

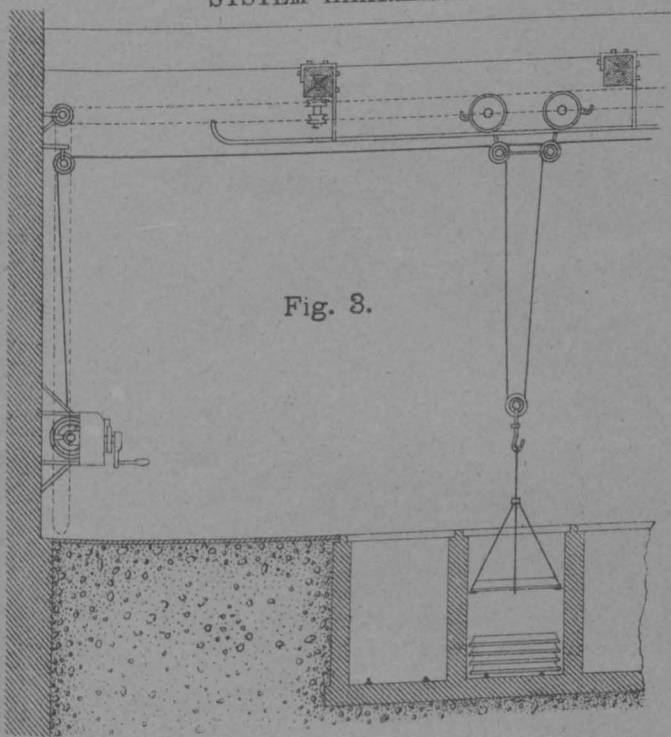


Fallgewicht = 228.5 kg.
Wagengewicht = 4000 kg.
Belastung = 17.500 kg. für die Versuche
 gegen horizontale Kräfte;
 = 26.000 kg. für die Versuche
 gegen vertikale Kräfte.

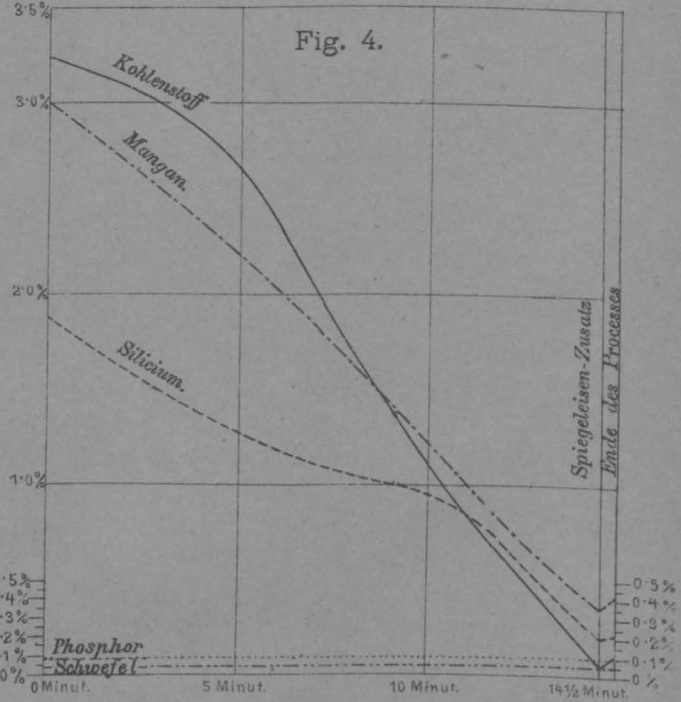
Fig. 2. Seitenansicht.



BANDAGEN-DURCHWEICHUNGSGRUBEN. SYSTEM HAARMANN.



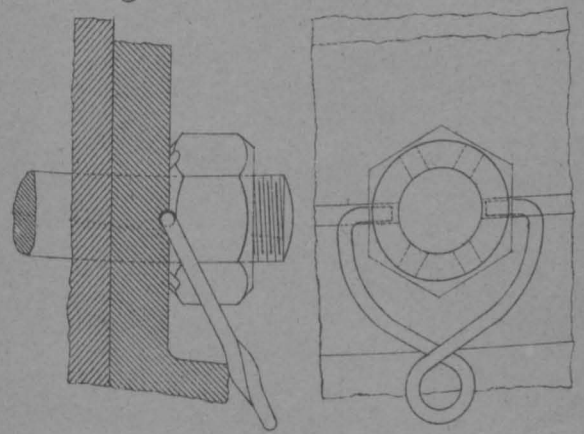
GRAFISCHE DARSTELLUNG DES VERLAUFES EINER BESSEMERCHARGE AM STAHLWERKE OSNABRÜCK.



SCHRAUBENSICHERUNG PATENT HAARMANN.

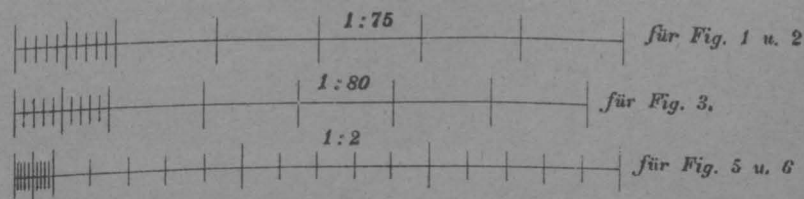
Fig. 5.

Fig. 6.



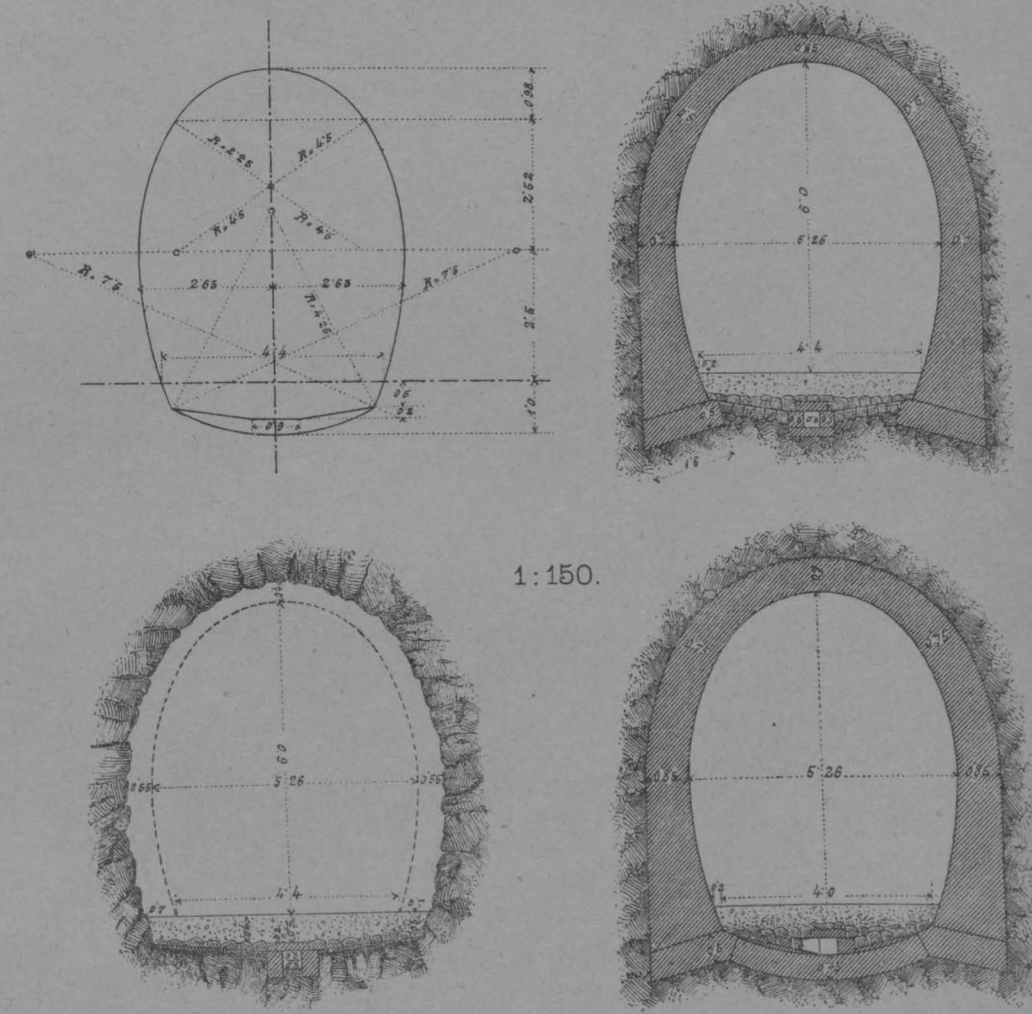
Zusammensetzung	Kohlenstoff	Mangan	Silicium	Schwefel	Phosphor
der ungeschm. Chargirung . . .	3.25 %	3.00 %	1.90 %	0.04 %	0.09 %
nach 5 Minuten	2.65 %	2.20 %	1.28 %	—	—
nach 10 Minuten	1.10 %	1.20 %	0.94 %	—	—
nach 14 Minuten 30 Sekunden .	0.05 %	0.35 %	0.20 %	—	—
nach Zusatz von 6 % Spiegeleisen u. weiterem 20 Sekunden langem Blasen (fertiger Stahl)	0.12 %	0.43 %	0.22 %	0.05 %	0.10 %

Maassstäbe

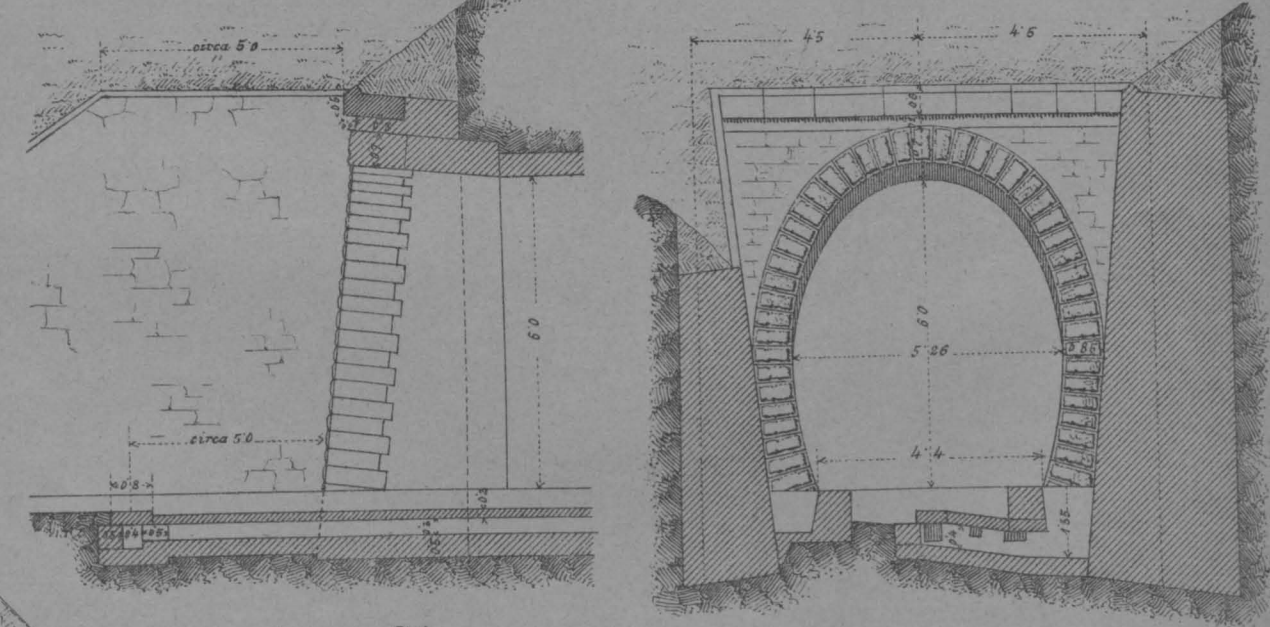


DIE UNGARISCHE NORDBAHN-STRECKE ALTSOHL-RUTTEK.

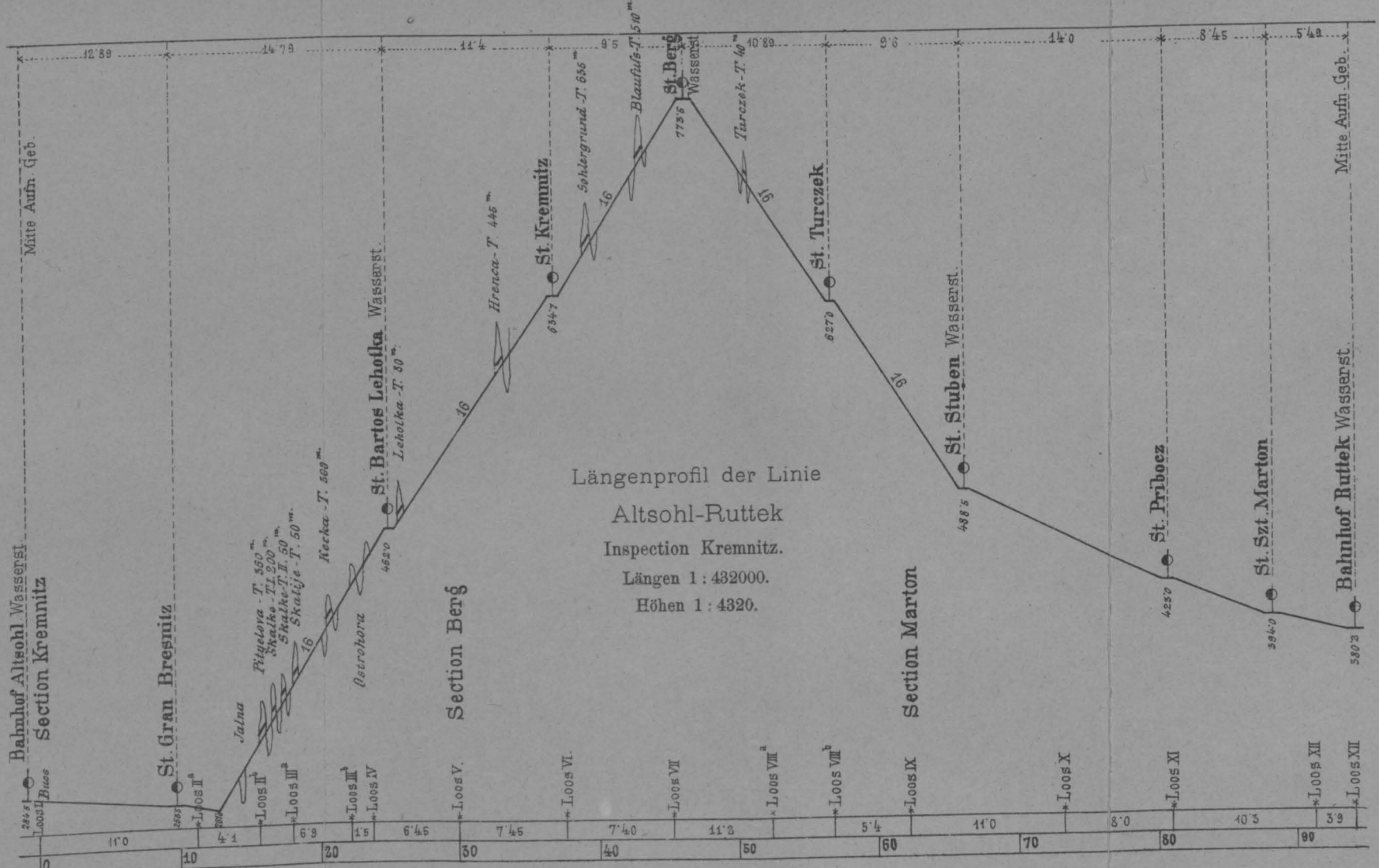
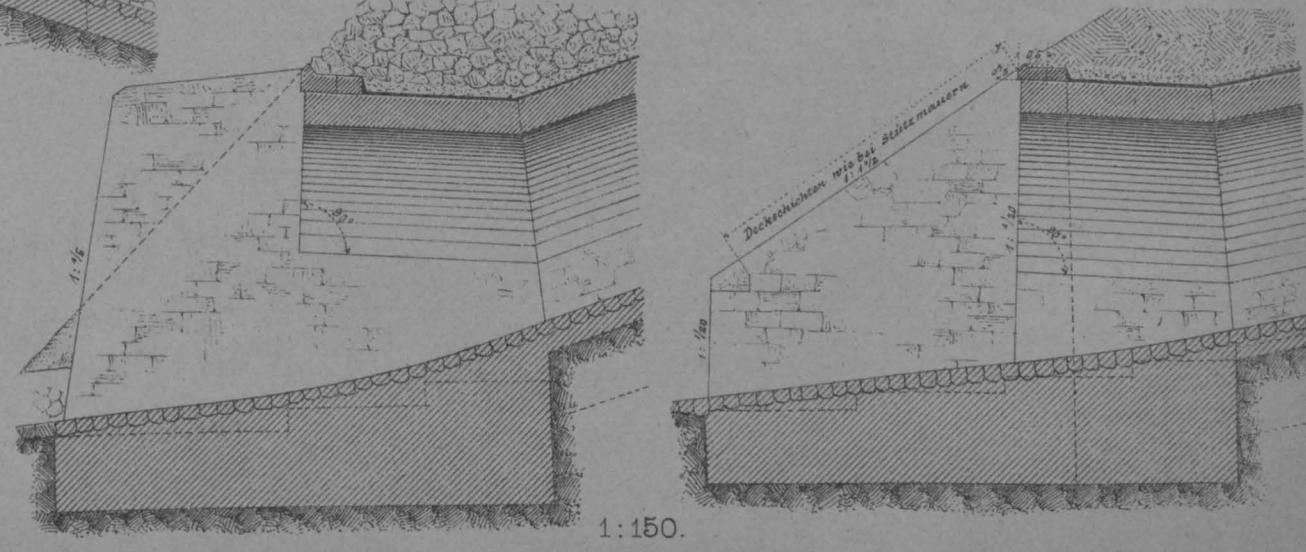
Tunnelprofile.



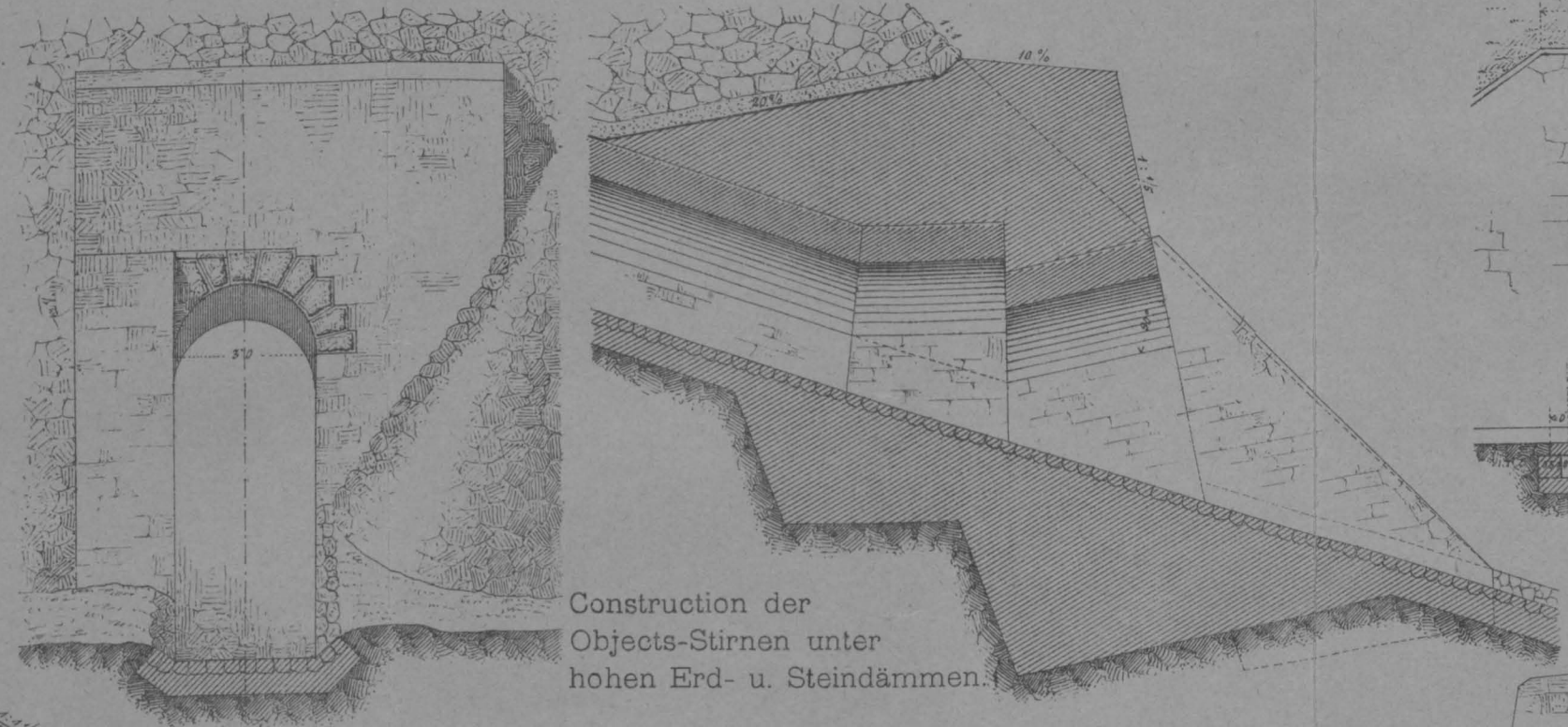
Tunnelportal.



Objects-Stirnen.

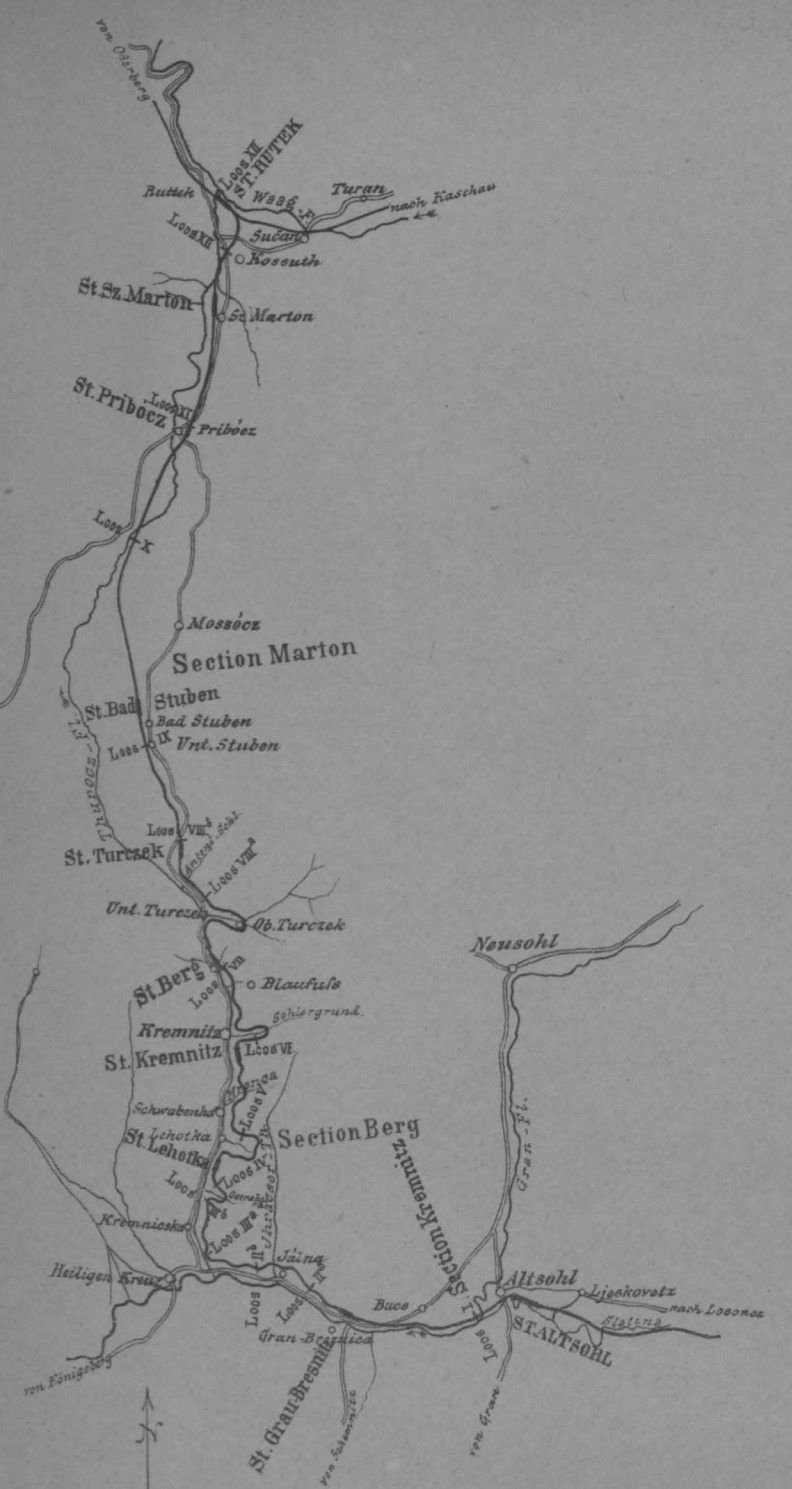
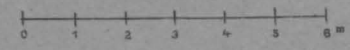


Längenprofil der Linie
Altsohl-Ruttek
Inspection Krenniz.
Längen 1: 432000.
Höhen 1: 4320.

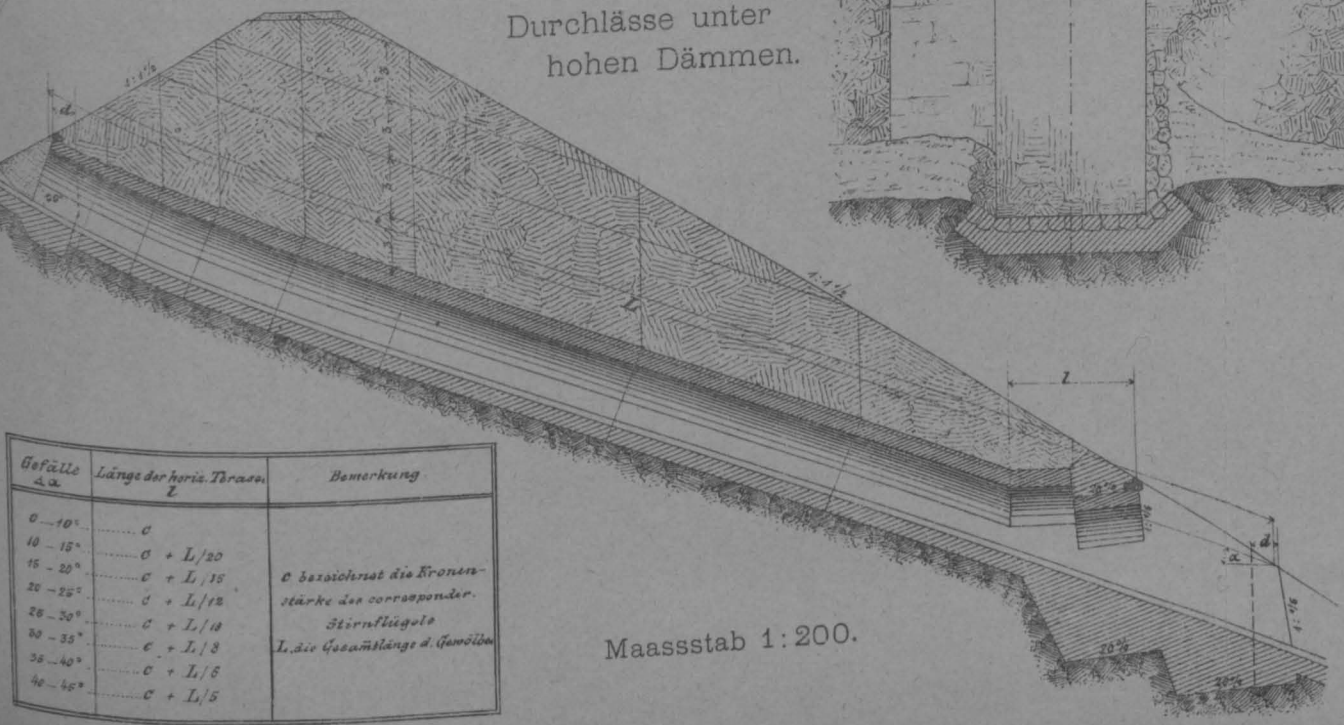


Construction der
Objects-Stirnen unter
hohen Erd- u. Steindämmen.

Maassstab 1:150.

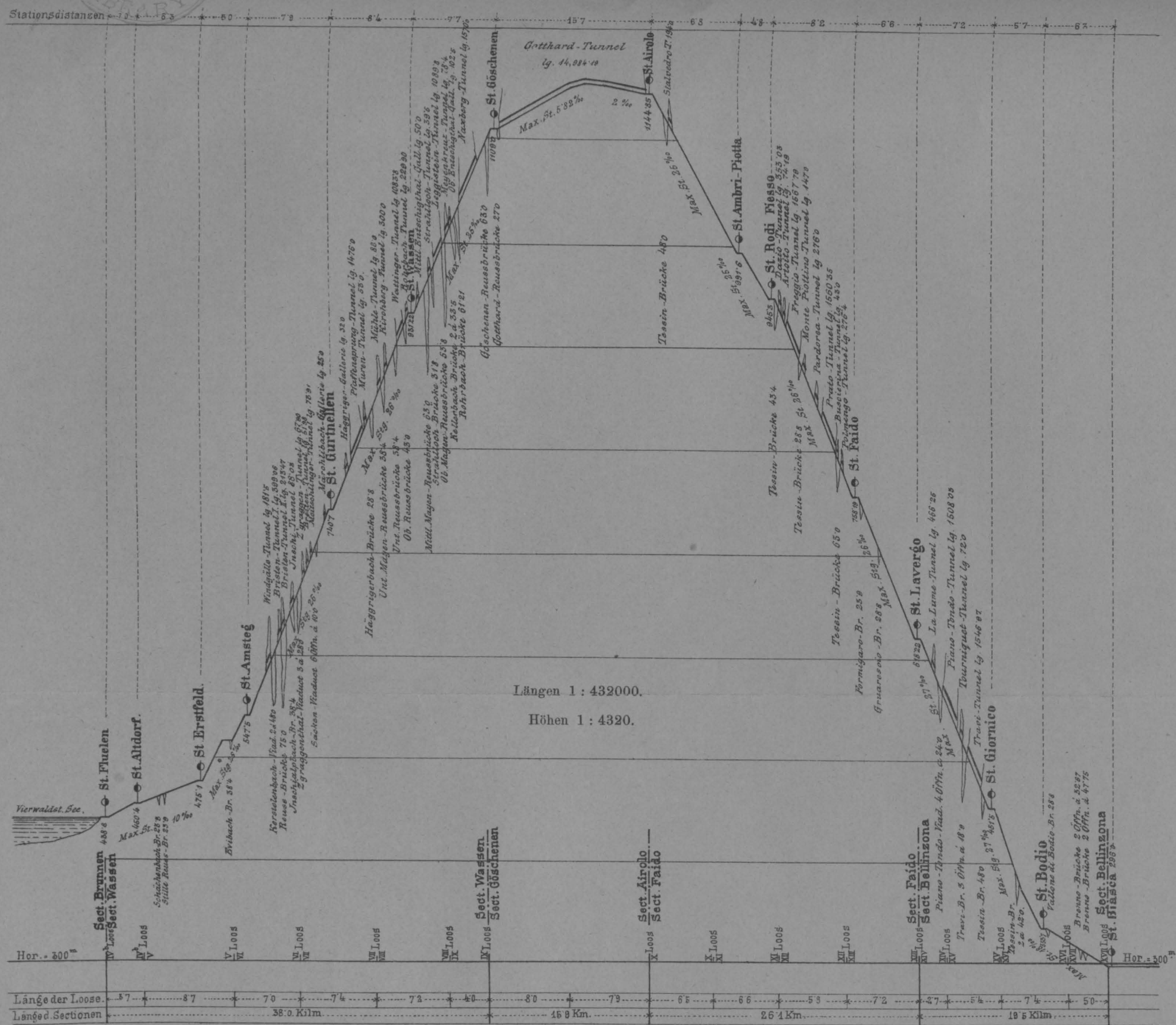


Durchlässe unter
hohen Dämmen.

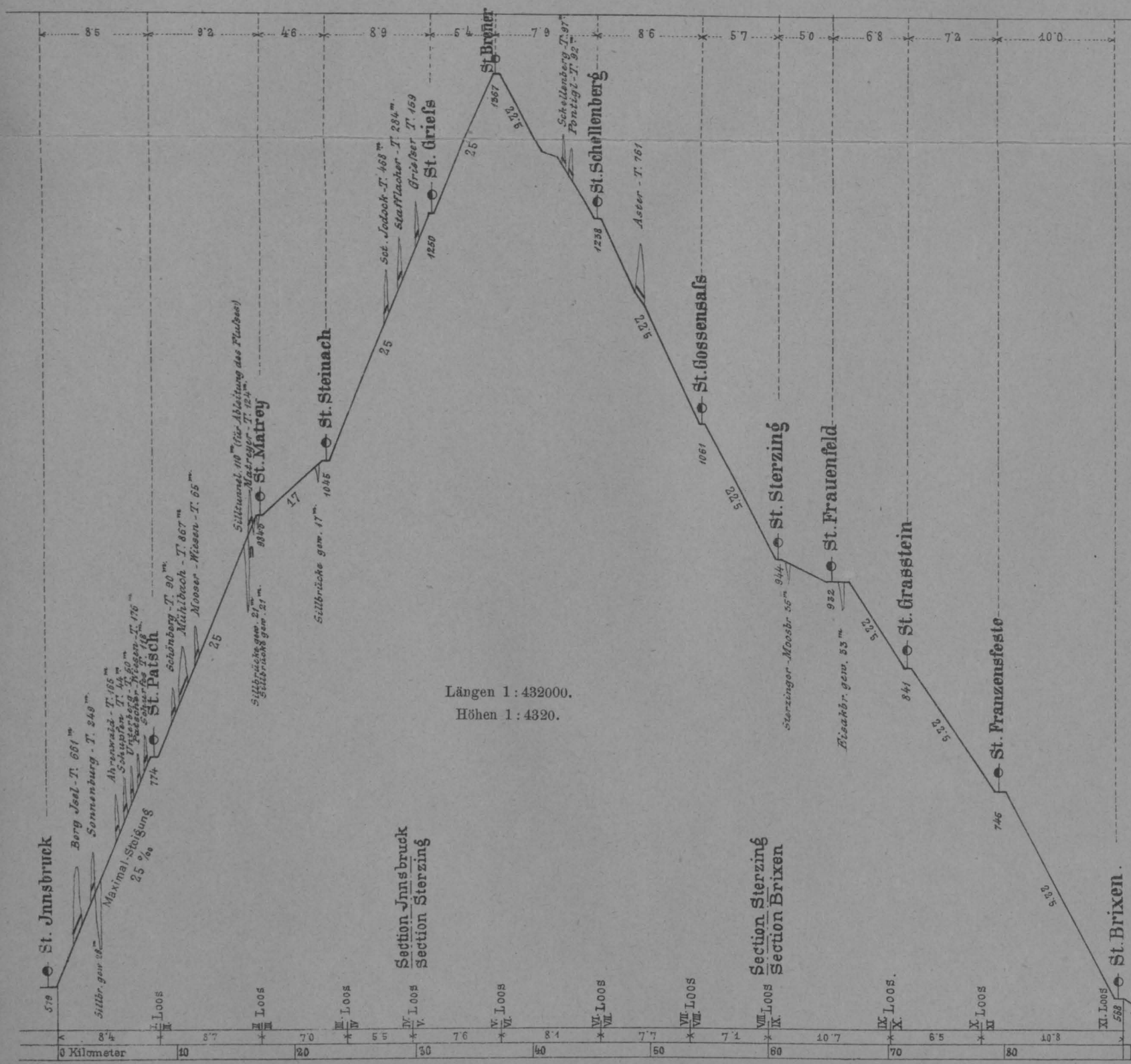


Maassstab 1:200.

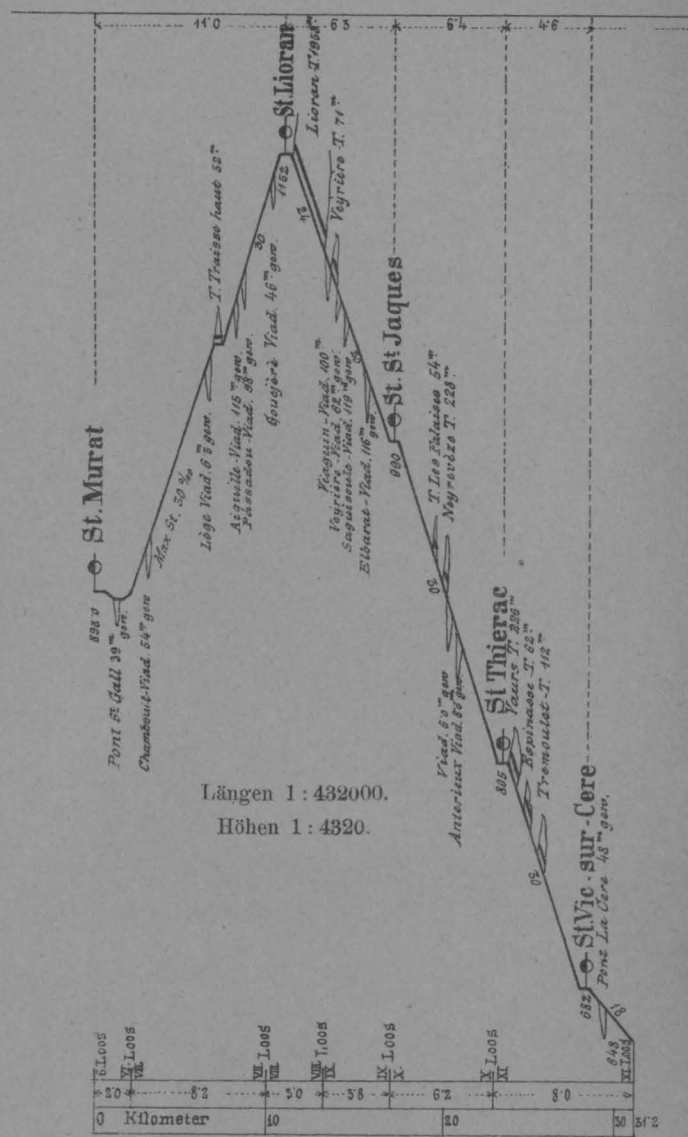
Gefälle Δa	Länge der horiz. Tarsen L	Bemerkung
0-10°	c	
10-15°	c + L/20	
15-20°	c + L/15	
20-25°	c + L/12	
25-30°	c + L/10	
30-35°	c + L/8	
35-40°	c + L/6	
40-45°	c + L/5	



Längenprofil
der
Brenner-Bahn
Innsbruck-Brixen.

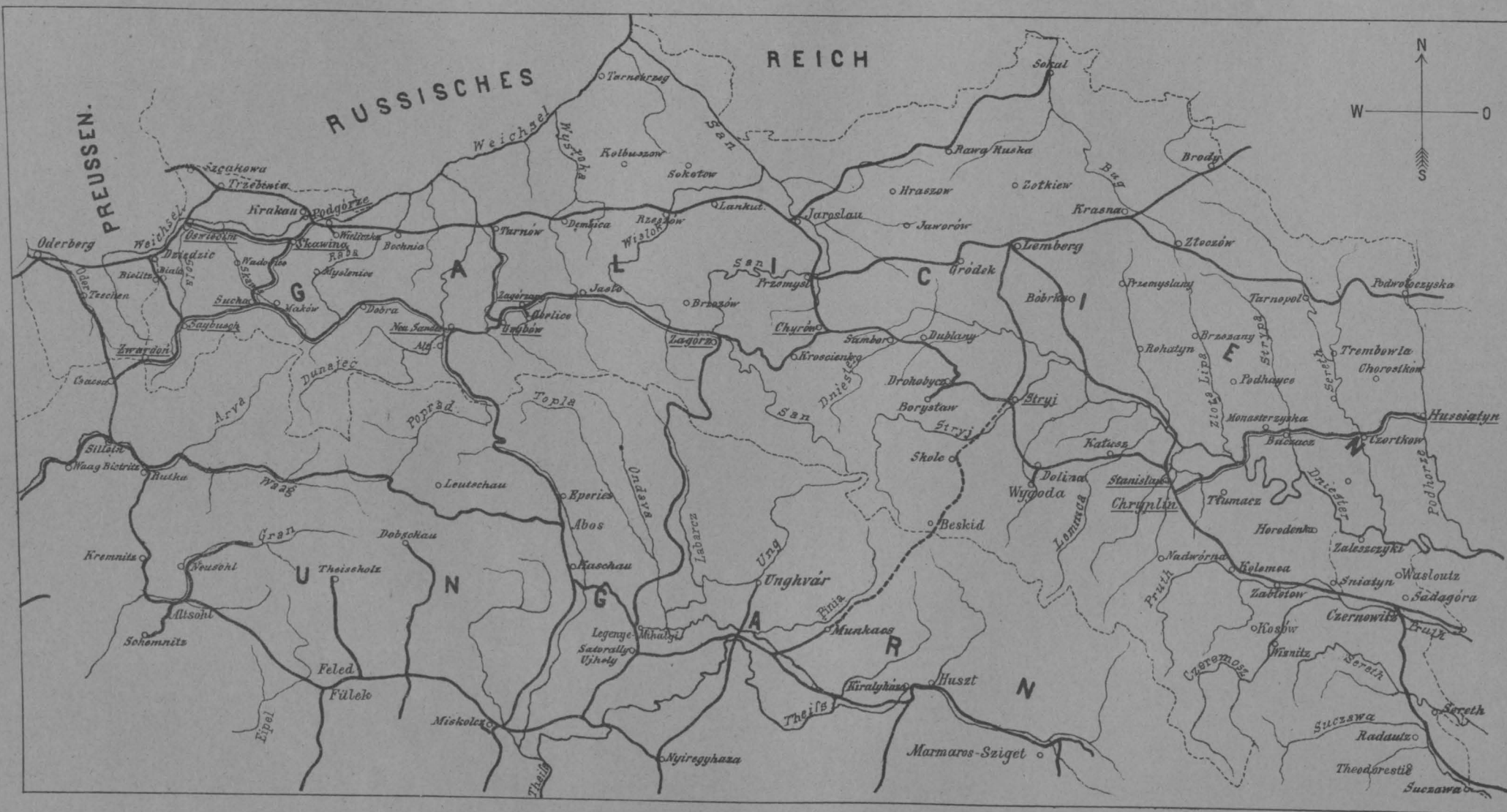


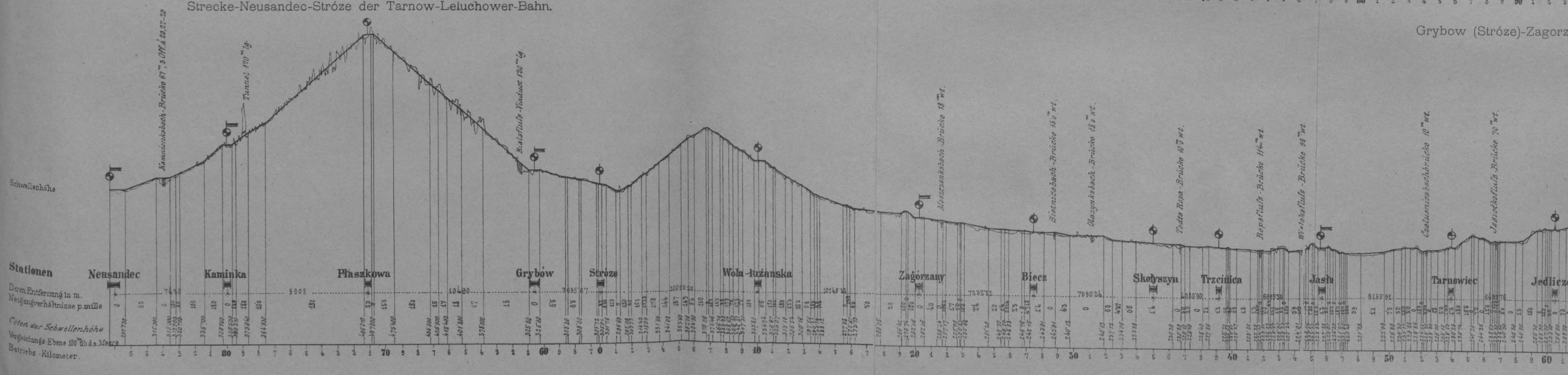
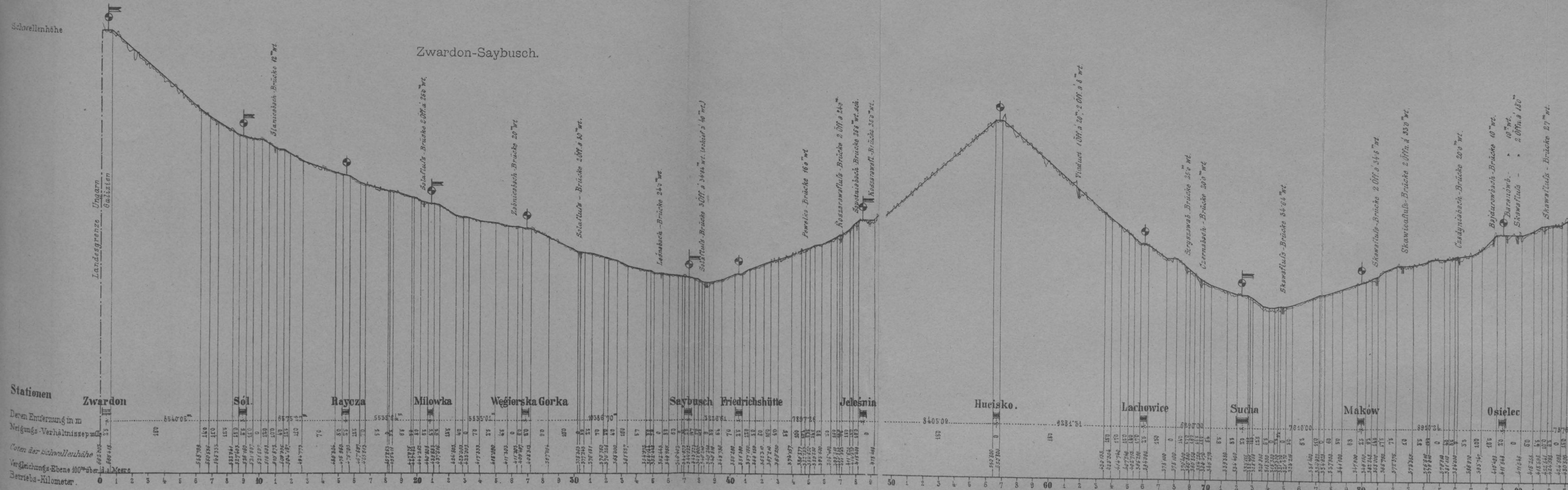
Längenprofil
der
Orleans-Bahn
Section Murat-Vic sur Cère.



GALIZISCHE TRANSVERSALBAHN.

Uebersichtskarte.



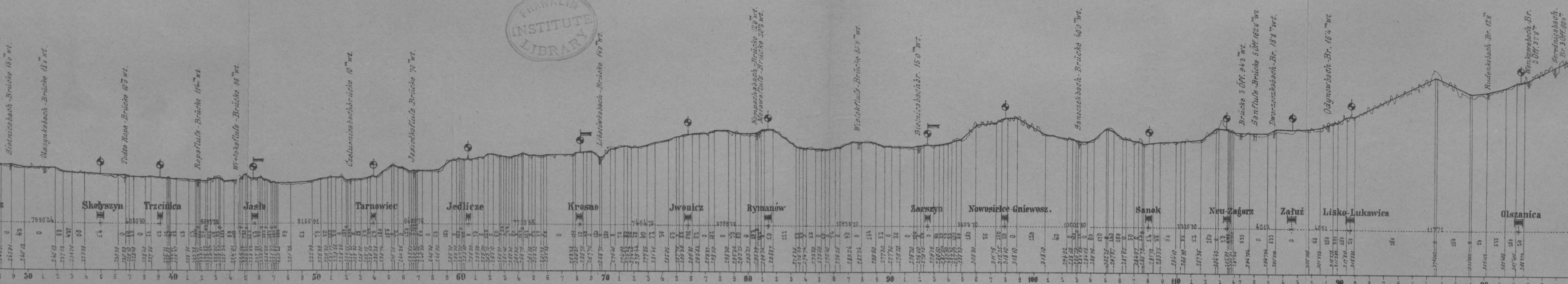


LÄNGENPROFIL DER GALIZISCHEN TRANSVERSALBAHN UND IHRER VERBINDUNGSGLIEDER.

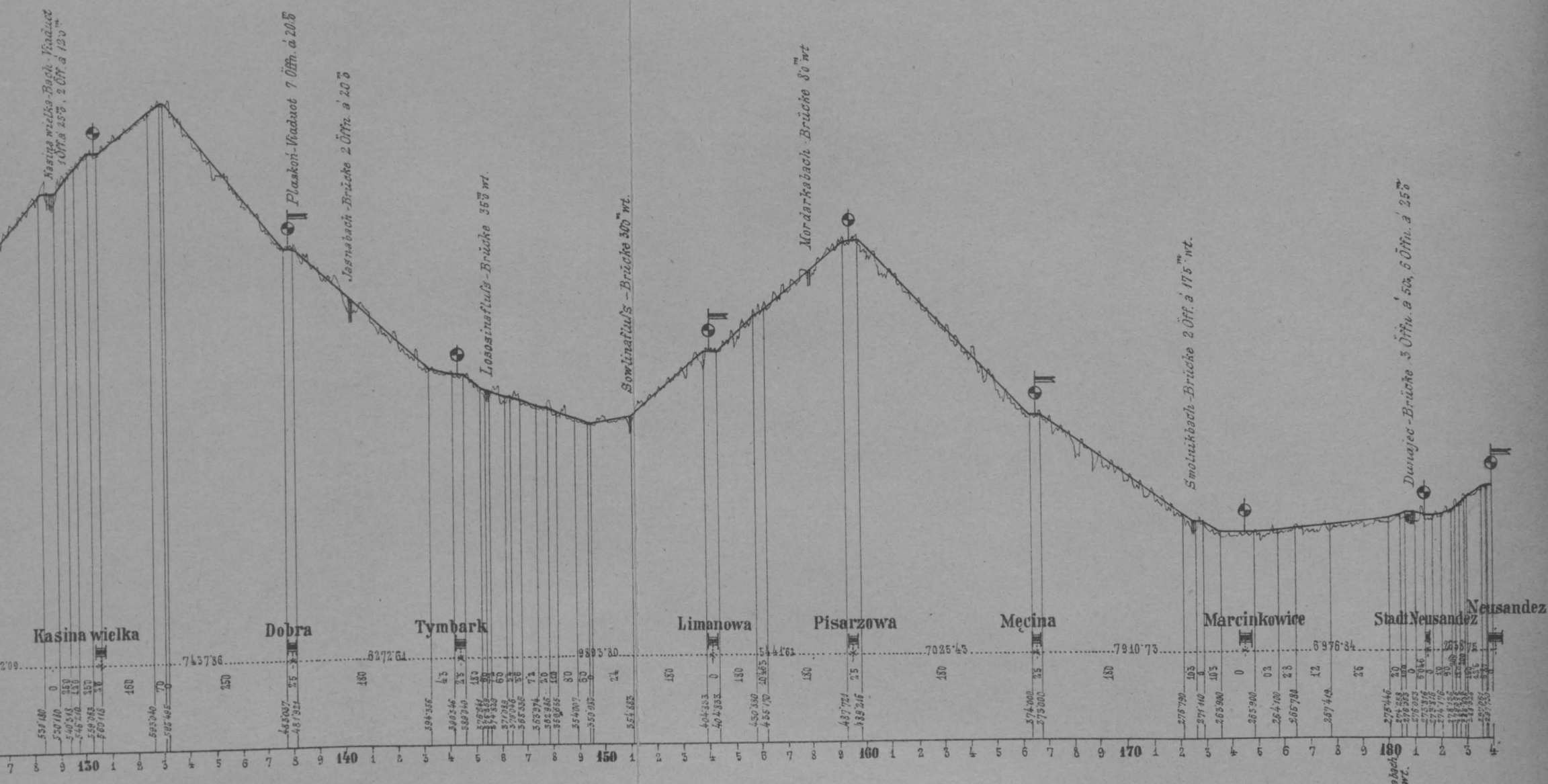
Saybusch-Neusandec.

Grybow (Stróże)-Zagorz.

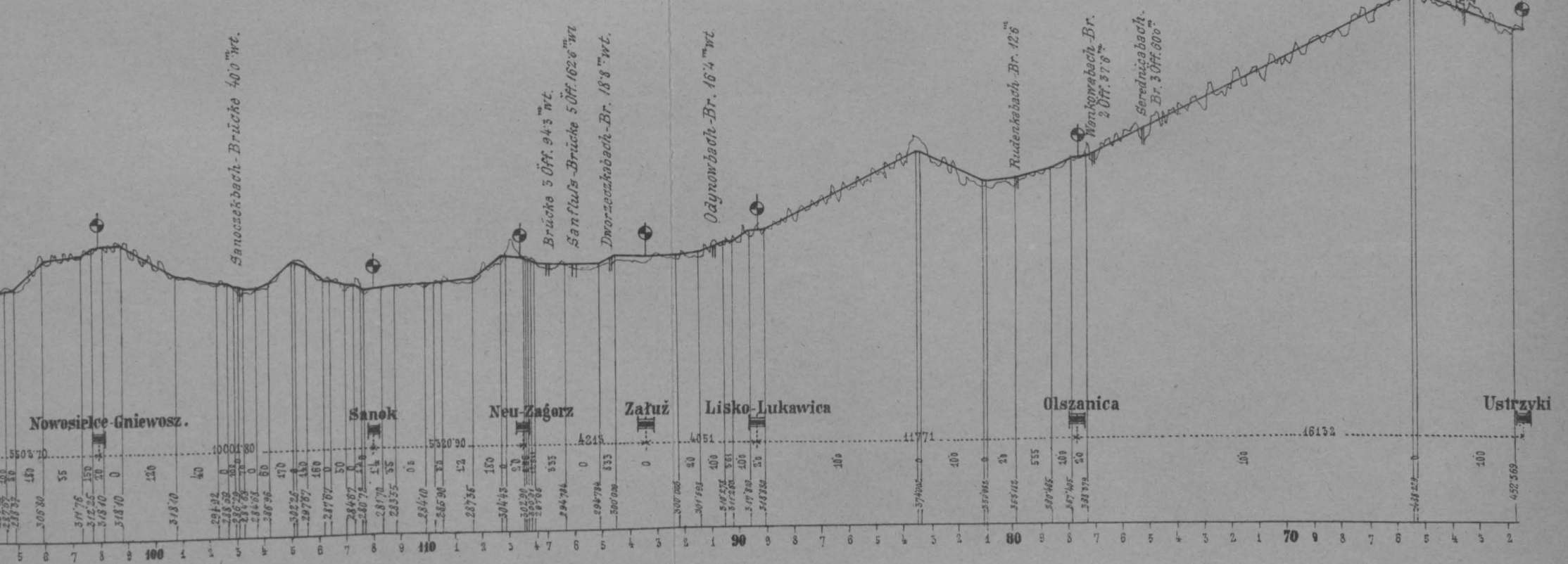
Strecke Zagorz-Chyrow der I. ung.-gal. Eisenb



Maassstab für die Längen 1 : 200.000, für die Höhen 1 : 4000.



Strecke Zagorze-Chyrow der I. ung.-gal. Eisenbahn.



LÄNGENPROFIL DER GALIZISCHEN TRANSVERSALBAHN UND IHRER

Schwellenhöhe

Stationen

Deren Entfernung in m.
Neigungs-Verhältnisse p.mille

Coten der Schwellenhöhe
Vergleichungs-Ebene 100^m über d. a.d. Meer
Betriebs-Kilometer.

Strecke Chyrow-Stryj der Dniester-Bahn.

Strecke Stryj-Stanislau der Erz. Albrecht-Bahn.

Schwellenhöhe

Stationen

Deren Entfernung in m.
Neigungs-Verhältnisse p.mille

Coten der Schwellenhöhe
Vergleichungs-Ebene 100^m über d. a. M.
Betriebs-Kilometer.

Strecke Stanislaw (Chryplin)-Husiatyn.

Schwellenhöhe

Stationen

Deren Entfernung in m.
Neigungs-Verhältnisse p.mille

Coten der Schwellenhöhe
Vergleichungs-Ebene 100^m über d. a. M.
Betriebs-Kilometer.

Abzweigungsline
Sucha-Skawina.

Maassstab für die Längen 1 : 200.000, für die Höhen 1 : 4000.

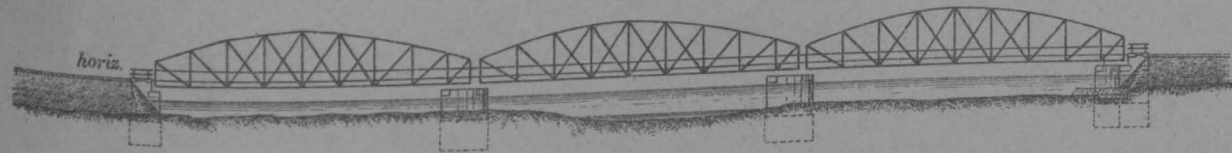


Lith. u. Druck v. R. Spies & Co. art. Anst. Wien.

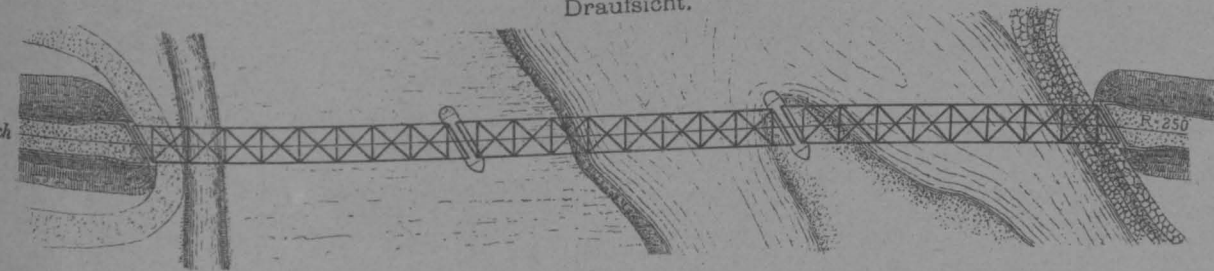
GALIZISCHE TRANSVERSALBAHN.

Strecke: Saybusch-Neusandec.

Brücke über den Sola-Fluss *km 38²/₃*
3 Oeffnungen unter \sphericalangle 60°, senkrechte Lichtweite 34'64 m.
Ansicht.



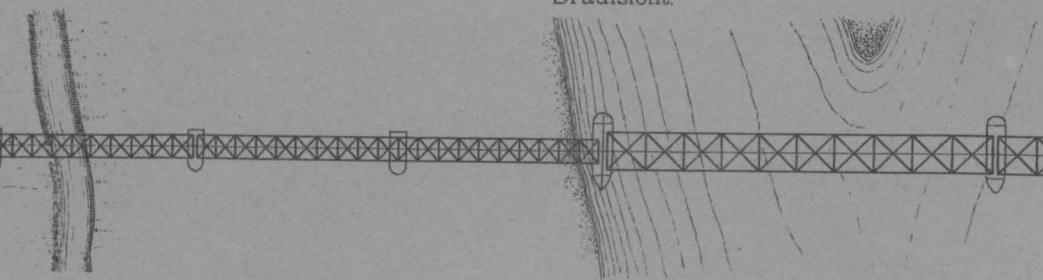
Draufsicht.



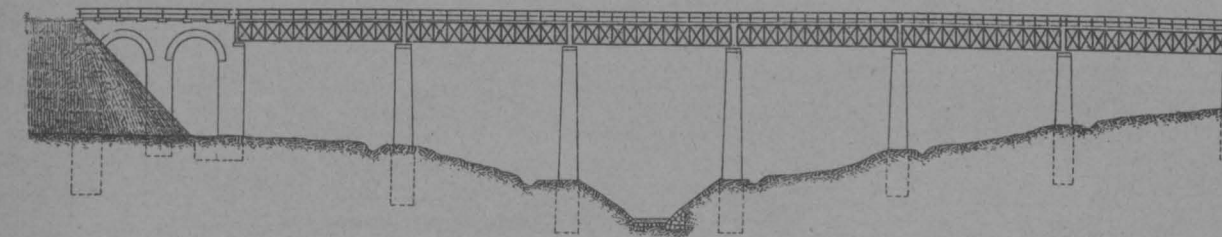
Brücke über den Dunajec-Fluss *km 181²/₃*

Inundationsbrücke: 6 Oeffnungen à 25'0 m Lichtweite, Fahrbahn „versenkt“, Strombrücke: 3 Oeffnungen à 5'0 m Lichtweite.
Ansicht.

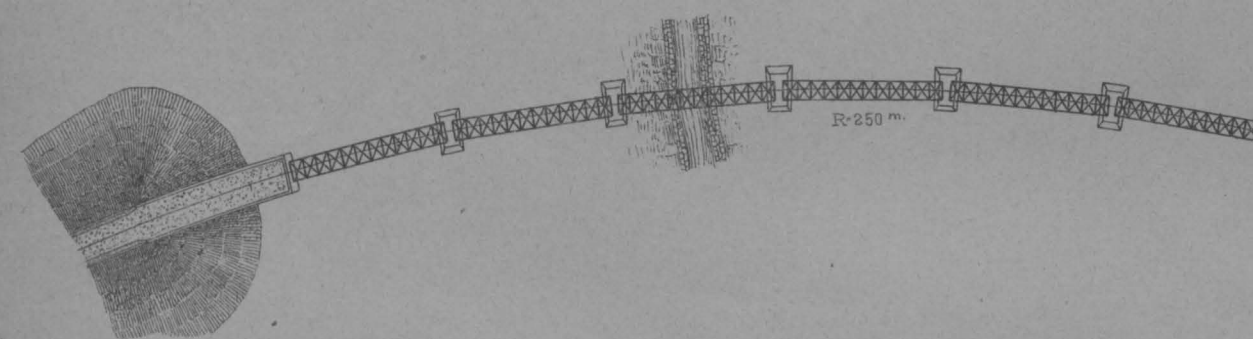
Draufsicht.



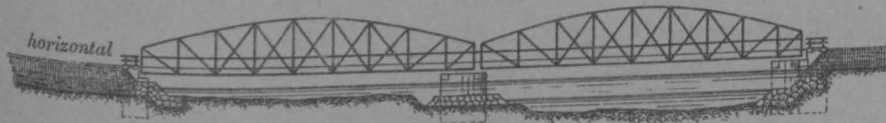
Planskoń-Viaduct bei Dobra *km 188⁴/₅*
7 Oeffnungen à 20'0 m Lichtweite, Fahrbahn „oben“
Ansicht.



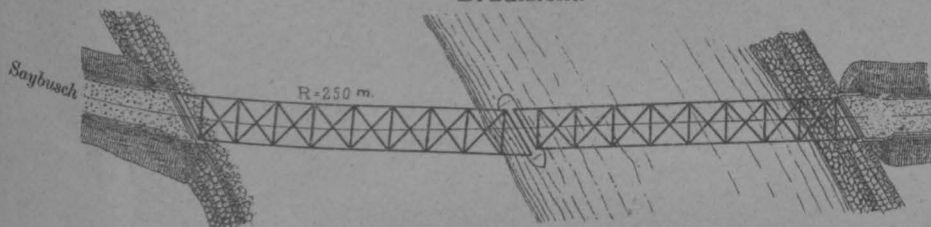
Draufsicht.



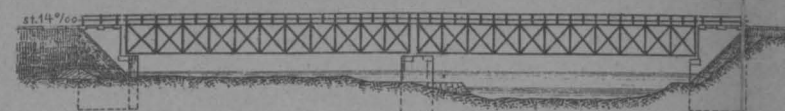
Brücke über den Skawa-Fluss *km 75²/₃*
2 Oeffnungen schief unter \sphericalangle 60°, senkrechte Lichtweite 34'64 m.
Ansicht.



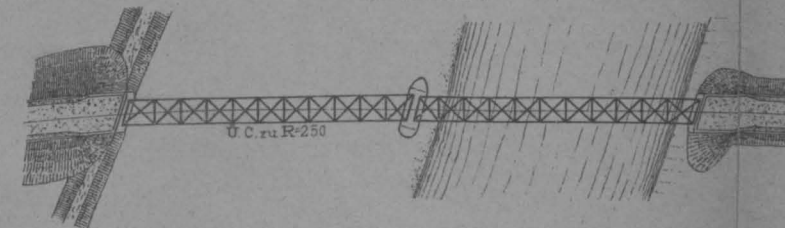
Draufsicht.



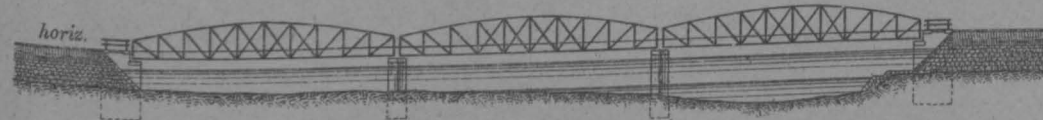
Brücke über den Skawa-Fluss *km 81⁰/₁*
2 Oeffnungen schief unter \sphericalangle 74'0°, senkrechte Lichtweite 34'60 m.
Ansicht.



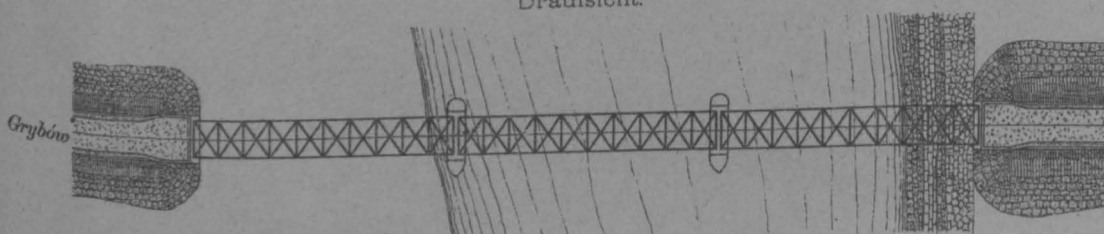
Draufsicht.



Brücke über den Wistoka-Fluss *44²/₃*
3 Oeffnungen à 32'0 m Lichtweite.
Ansicht.



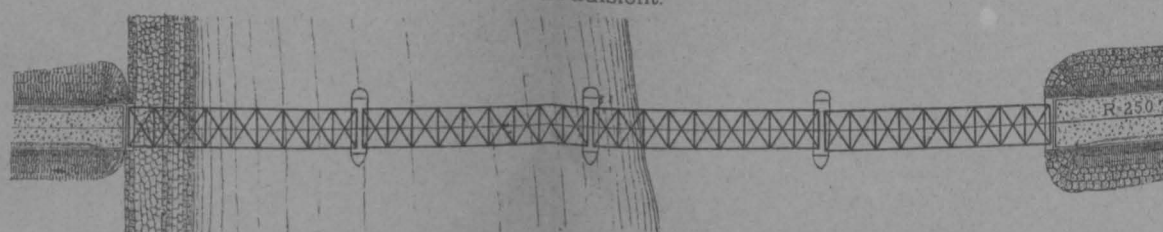
Draufsicht.



Brücke über den Ropa-Fluss *km 41⁴/₅*
4 Oeffnungen à 28'5 m Lichtweite.
Ansicht.

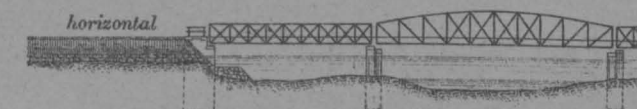


Draufsicht.

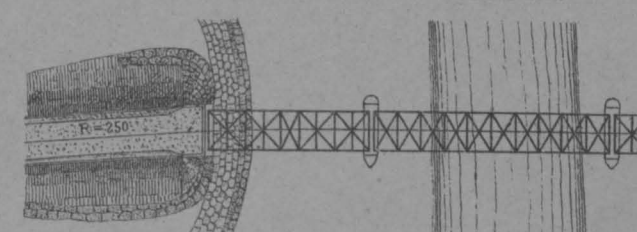


Strecke: Grybów-Zagorż.

Brücke über den Jasiolka-Fluss
2 Oeffnungen à 20'0 m und 1 Oeffnung à 30'0 m.
Ansicht.



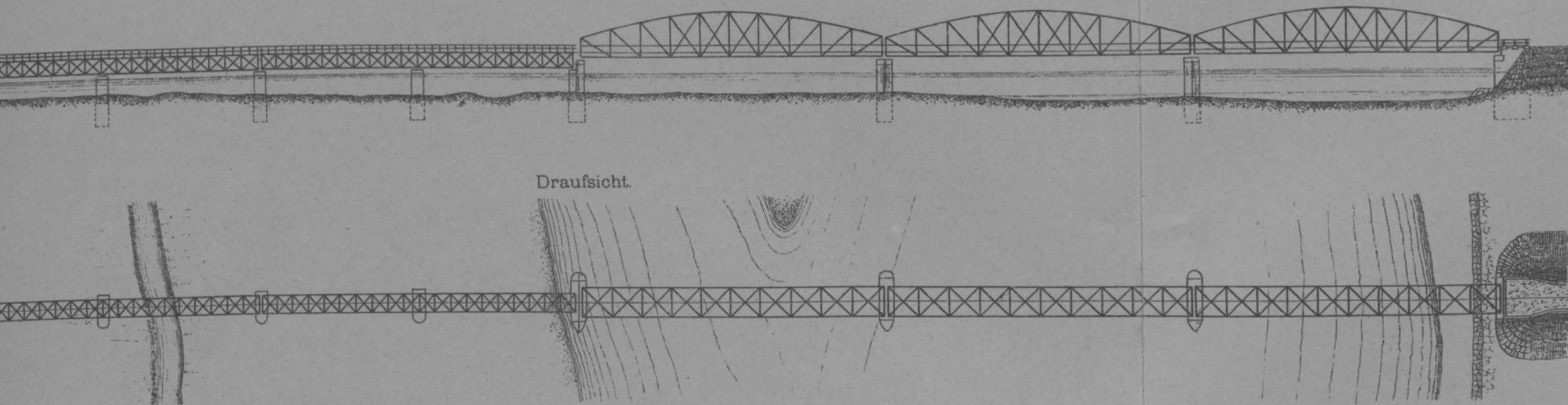
Draufsicht.



Maassstab 1:1000

Brücke über den Dunajec-Fluss *km 181²/₃*

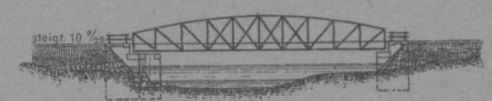
Inundationsbrücke: 6 Öffnungen à 25·0 *m* Lichtweite, Fahrbahn „versenkt“. Strombrücke: 3 Öffnungen à 5·0 *m* Lichtweite, Fahrbahn „unten“
Ansicht.



Draufsicht.

Brücke über den Skawa-Fluss *km 92·0*

Schief unter $\angle 60^\circ$, senkrechte Lichtweite 27·0 *m*
Ansicht.

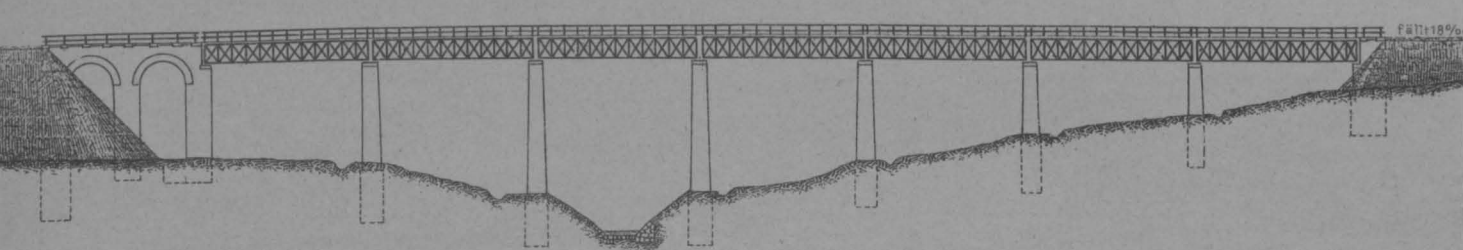


Draufsicht.

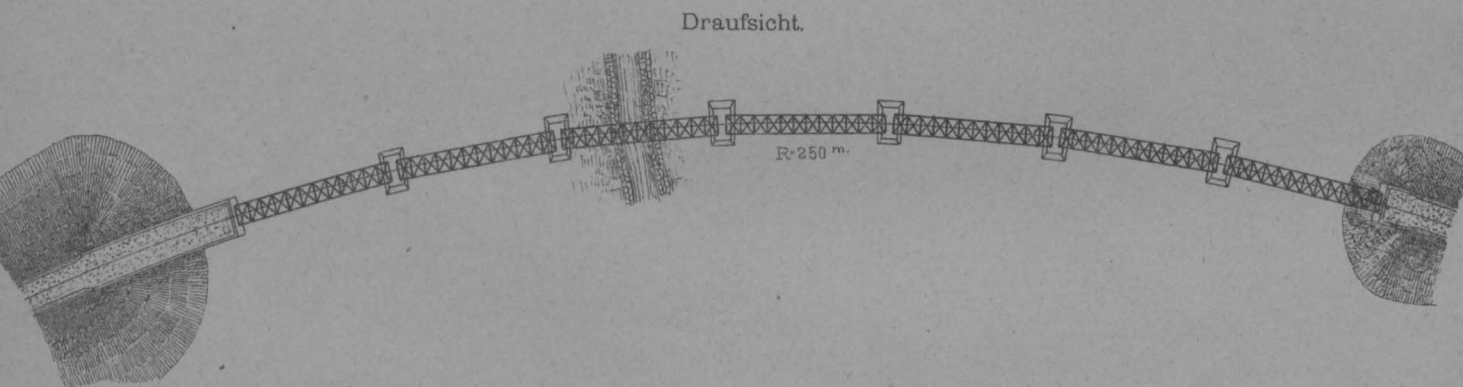


Plaskoń-Viaduct bei Dobra *km 188⁴/₅*

7 Öffnungen à 20·0 *m* Lichtweite, Fahrbahn „oben“
Ansicht.



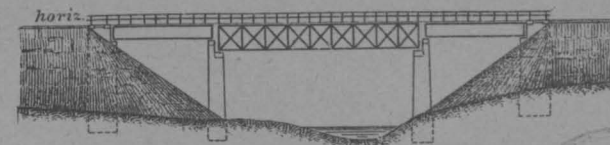
Draufsicht.



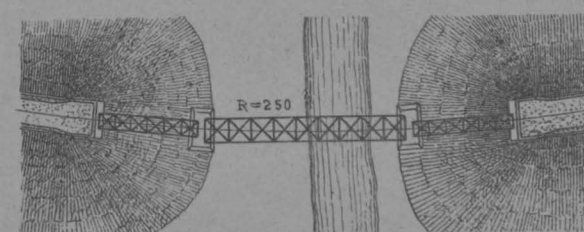
Kasina-Viaduct *km 129⁰/₁*

2 Öffnungen à 12 *m* und 1 Öffnung à 25·0 *m* Lichtweite, Fahrbahn „oben“.

Ansicht.



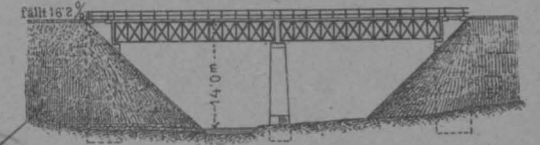
Draufsicht.



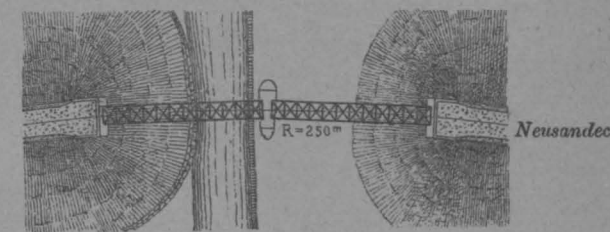
Jasna-Viaduct *km 140¹/₂*

2 Öffnungen à 20·0 *m* Lichtweite, Fahrbahn „oben“.

Ansicht.



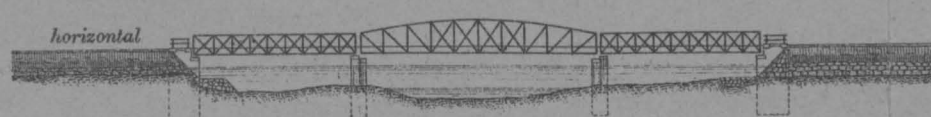
Draufsicht.



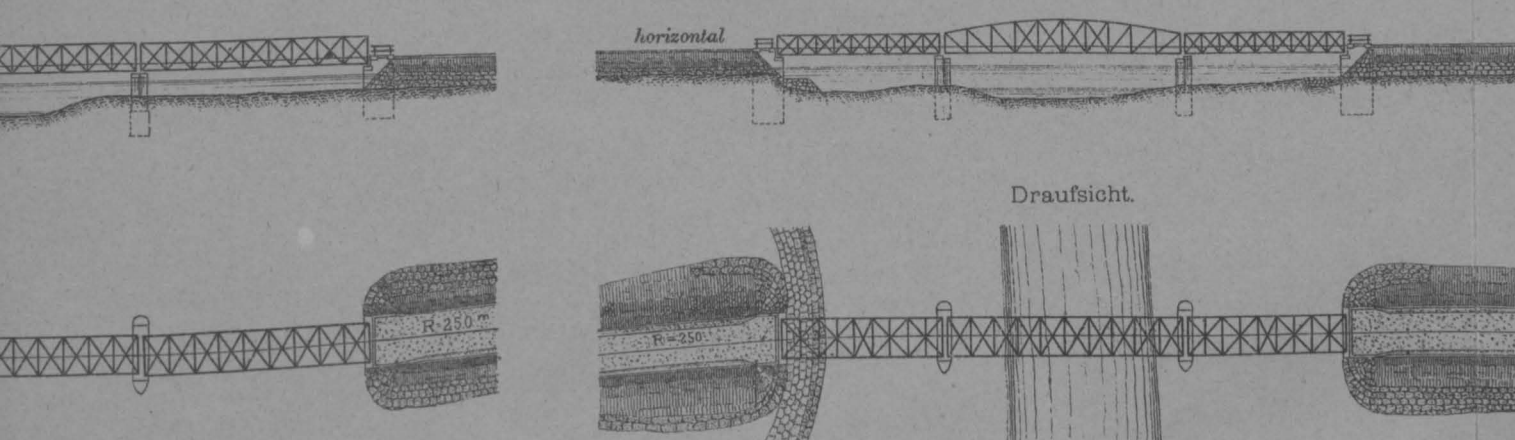
Strecke: Grybów-Zagórz.

Brücke über den Jasiolka-Fluss *km 56¹/₈*

2 Öffnungen à 20·0 *m* und 1 Öffnung à 30·0 *m* Lichtweite.
Ansicht.

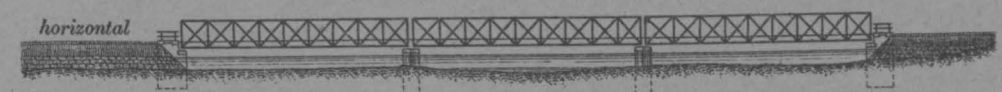


Draufsicht.

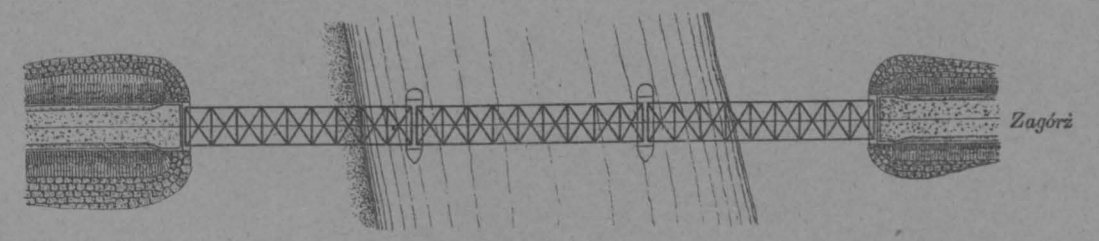


Brücke über den Wisłok-Fluss *km 87⁸/₉*

3 Öffnungen à 28·5 *m* Lichtweite.
Ansicht.



Draufsicht.

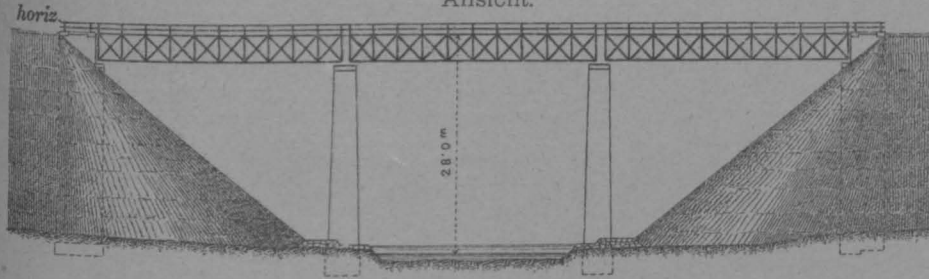


Strecke: Stanislaw-Husiatyn.

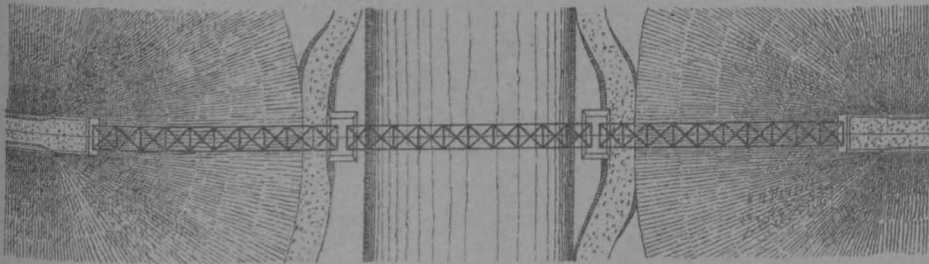
Strypa-Viaduct *km 74 1*

3 Öffnungen à 30·0 m Lichtweite, Fahrbahn „versenkt“.

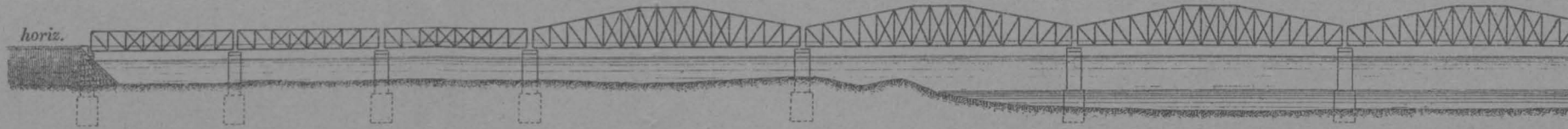
Ansicht.



Draufsicht.

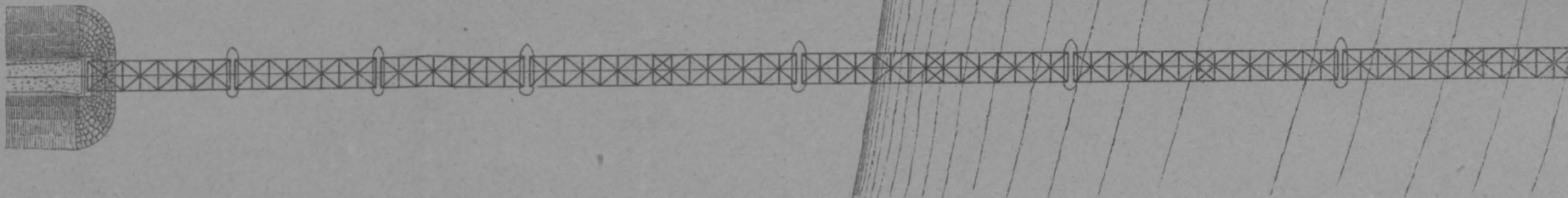


horiz.



Ansicht.

Draufsicht.

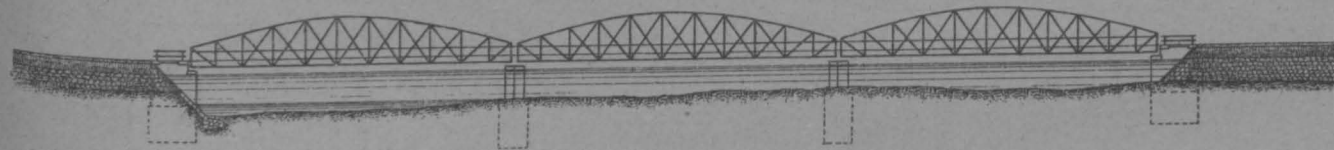


Strecke: Oswiecim-Skawina-Podgórze.

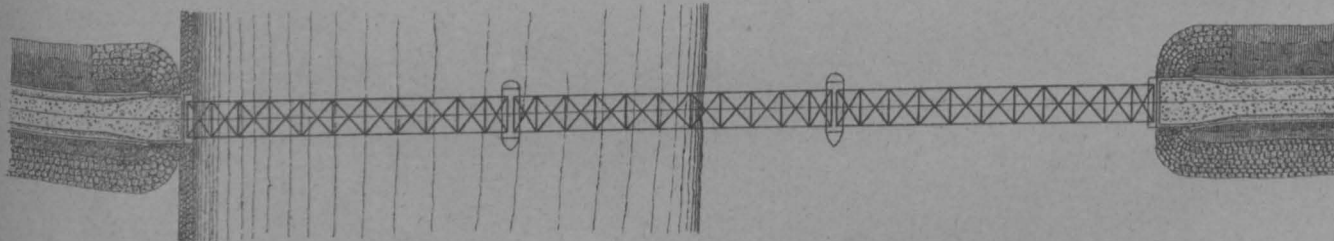
Brücke über den Sola-Fluss bei *km 2 0/1*

3 Öffnungen à 40·0 m Lichtweite

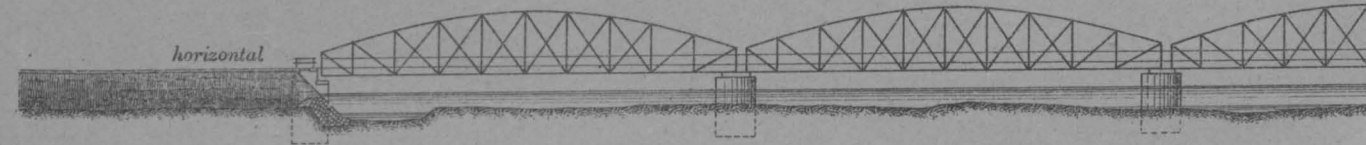
Ansicht.



Draufsicht.

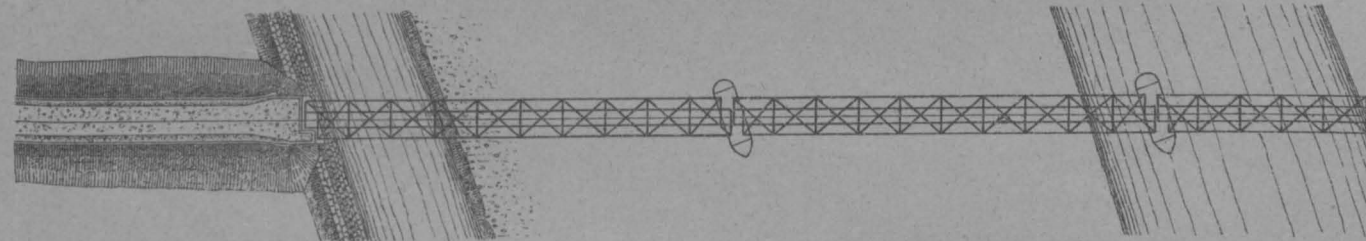


horizontal



Ansicht.

Draufsicht.



Strecke: Sucha-Skawina.

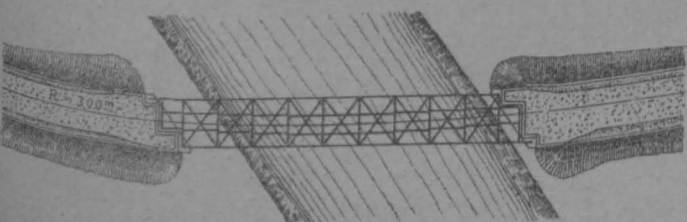
Brücke über den Stryszawka-Bach *km 1 7/8*

Schief unter \sphericalangle 54°, senkrechte Lichtweite 35·0 m

Ansicht.



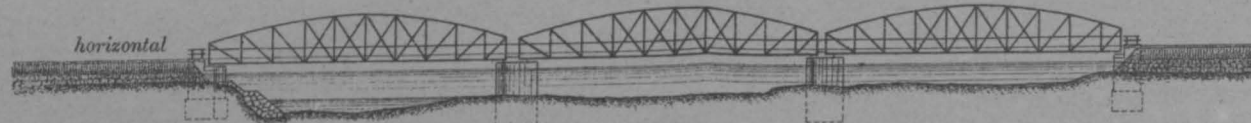
Draufsicht.



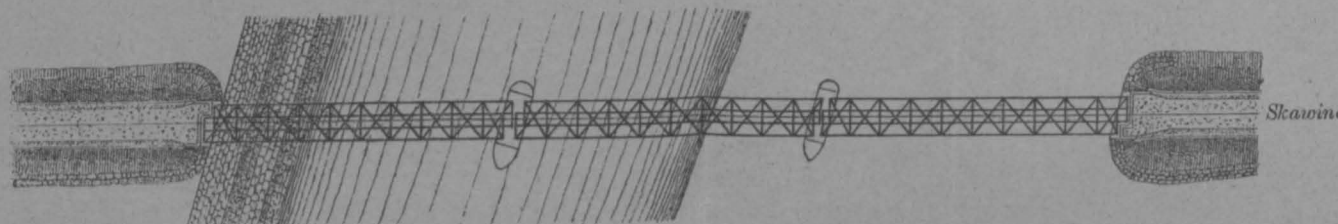
Brücke über den Skawa-Fluss *km 9 1*

3 Öffnungen unter \sphericalangle 700 30', senkrechte Lichtweite 35·0 m

Ansicht.



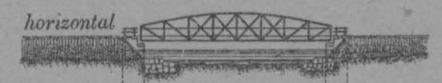
Draufsicht.



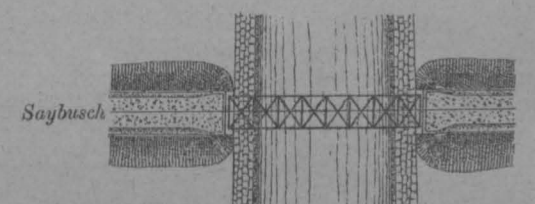
Brücke über den Lesnabach *km 35 2*

Lichtweite 24·0 m

Ansicht.



Draufsicht.



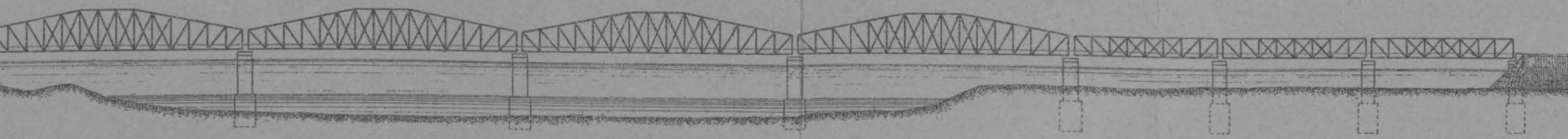
Maassstab 1:1000.

GALIZISCHE TRANSVERSALBAHN.

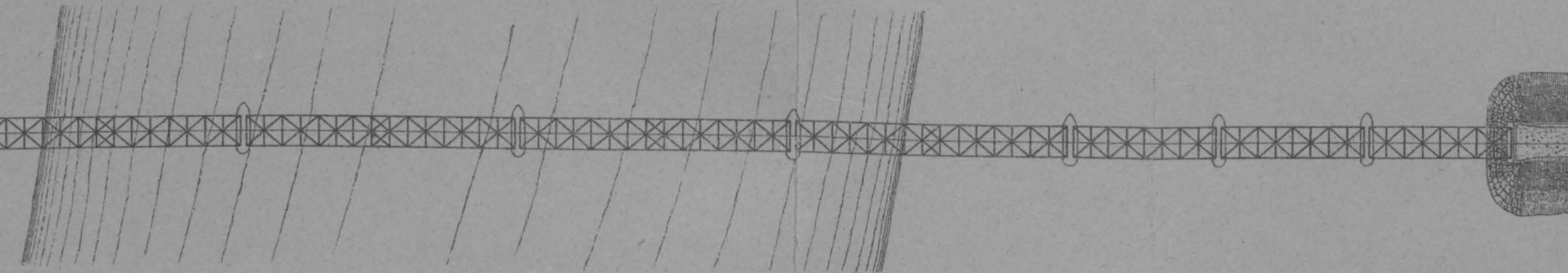
Strecke: Stanislau-Husiatyn.

Brücke über den Dniester-Fluss bei *km 32.01*
5 Öffnungen à 40.0 m und 6 Öffnungen à 20.8 m Lichtweite

Ansicht.



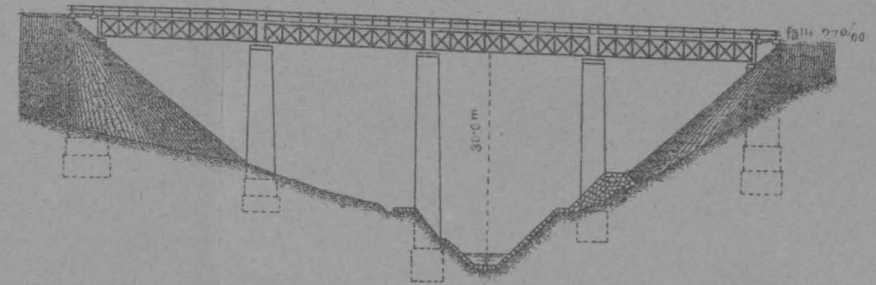
Draufsicht



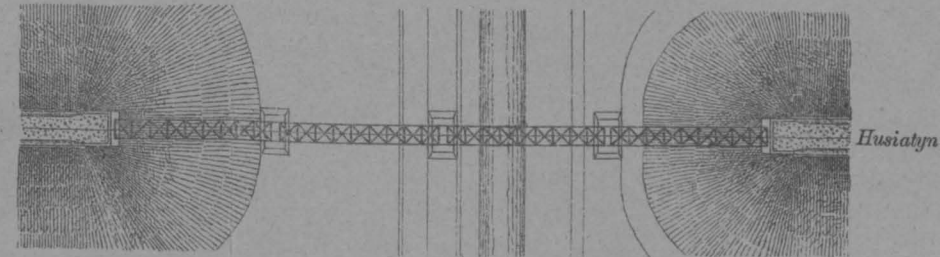
Biala-Viaduct *km 103.02*

4 Öffnungen à 18.76 m Lichtweite, Fahrbahn „oben“.

Ansicht.



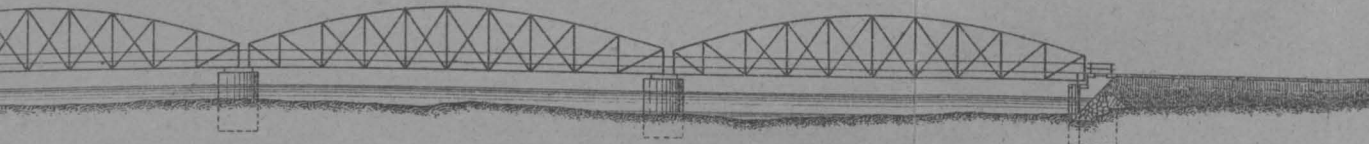
Draufsicht.



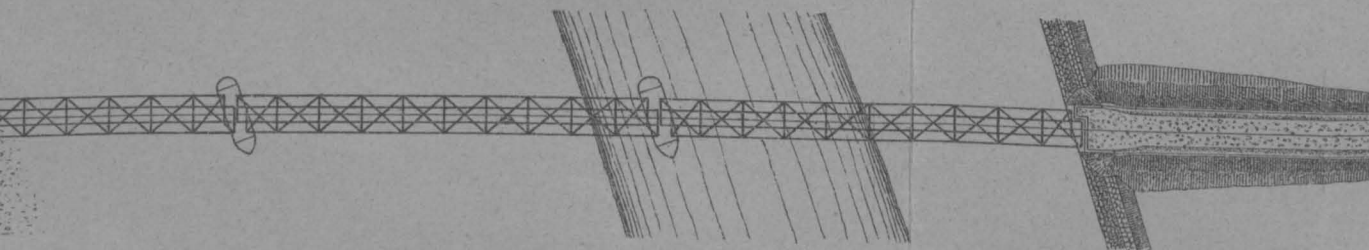
Strecke: Oswiecim-Skawina-Podgórze.

Brücke über den Skawa-Fluss bei *km 19.8/9*
3 Öffnungen unter $\angle 71^{\circ} 30'$, senkrechte Lichtweite 50.0 m

Ansicht.

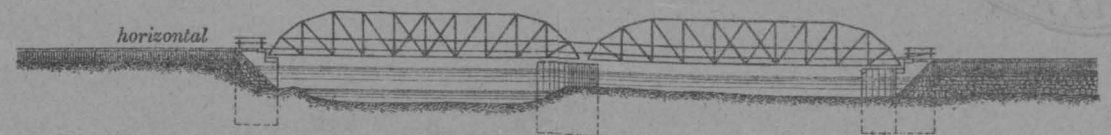


Draufsicht.

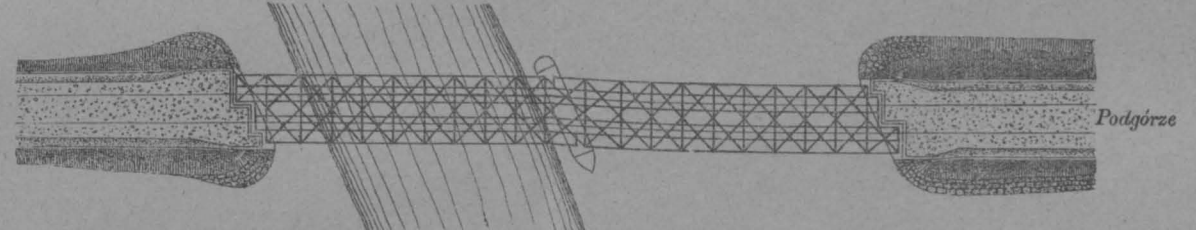


Brücke über den Skawinka-Fluss bei *km 48.2/3*
2 Öffnungen unter $\angle 65^{\circ}$, senkrechte Lichtweite 36.0 m

Ansicht.



Draufsicht.

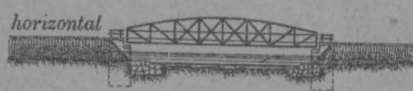


Strecke: Saybusch-Zwardón (ungar. Grenze.)

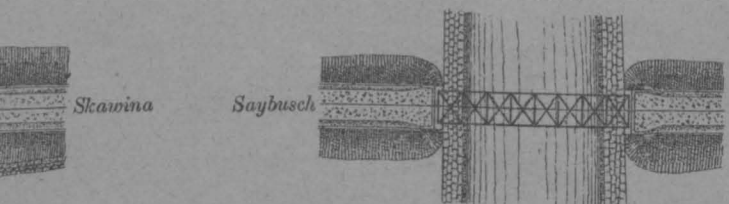
Brücke über den Lesnabach *km 35.2*

Lichtweite 24.0 m

Ansicht.



Draufsicht.



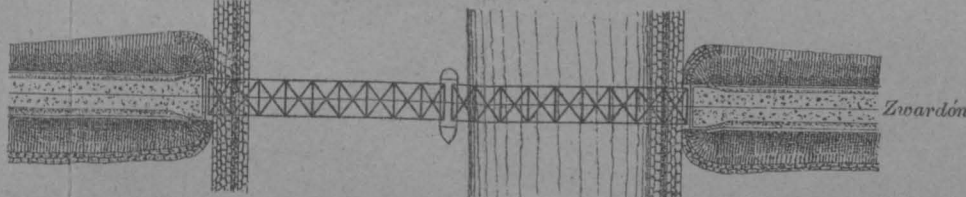
Brücke über den Sola-Fluss *km 30.3*

2 Öffnungen à 30.0 m Lichtweite.

Ansicht.



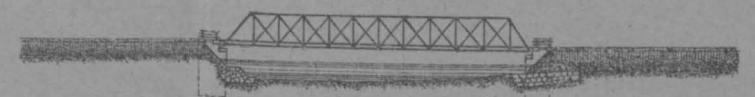
Draufsicht.



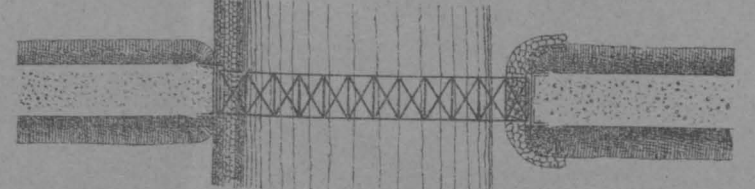
Brücke über den Sola-Fluss in der Zufahrtsstrasse zur Station Rayeza.

Lichtweite 40.0 m

Ansicht.



Draufsicht.



Maassstab 1:1000.

Lith. u. Druck v. R. Spies & Co. art. Anst. Wien.

GALIZISCHE TRANSVERSALBAHN.

Flechtwerke und Faschinenwerke.

Fig. 1.

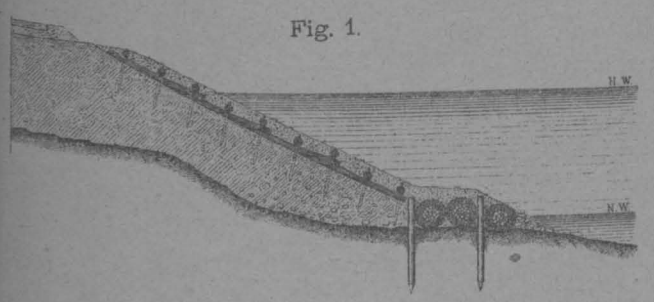


Fig. 2.

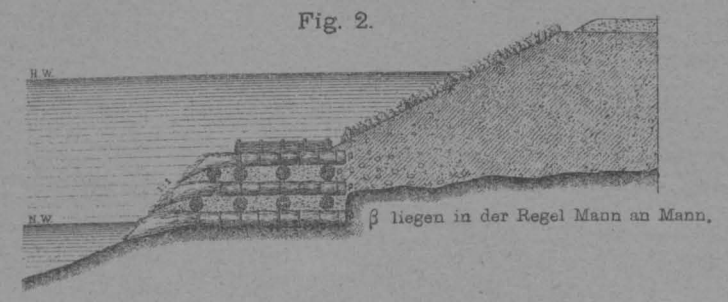


Fig. 3.

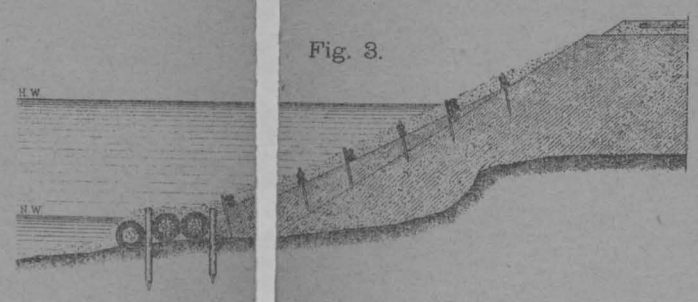


Fig. 4.

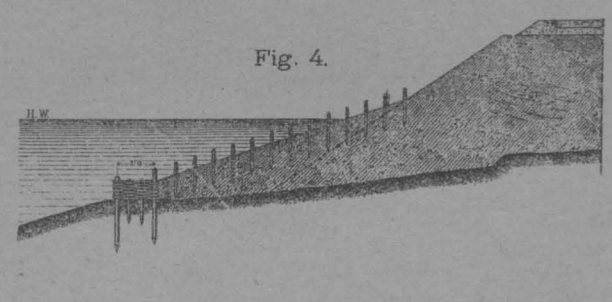


Fig. 5.

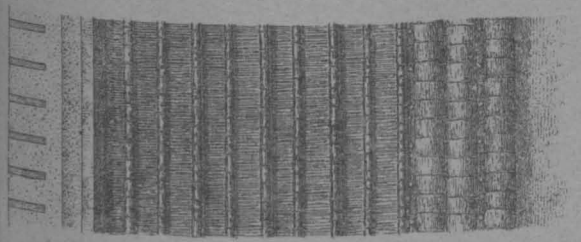


Fig. 6.

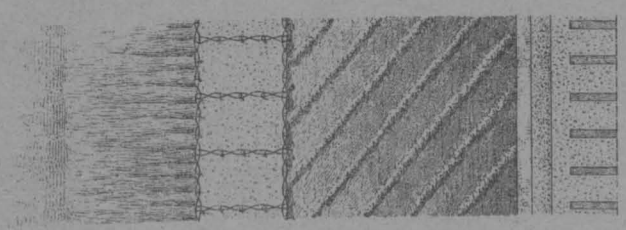


Fig. 7.

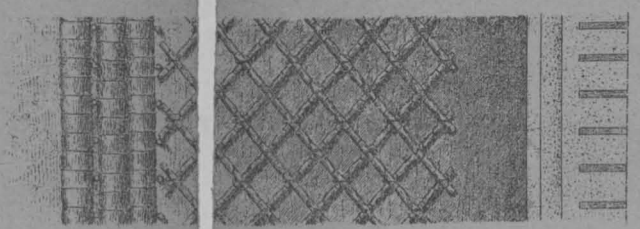
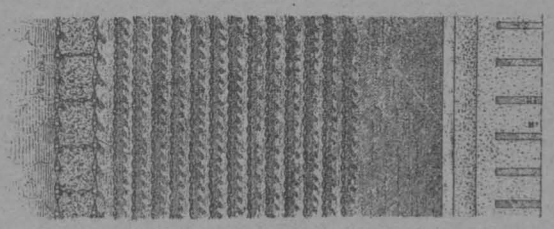


Fig. 8.



Fundirung eines Brückenpfeilers mit Senkbrunnen.

Fig. 9. Schnitt *mn*

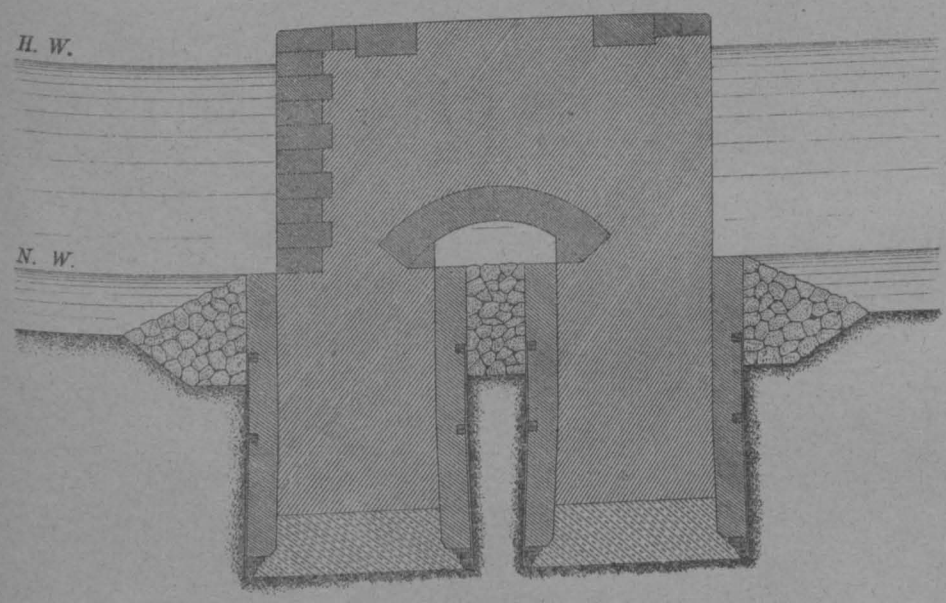


Fig. 10. Schnitt *pq*

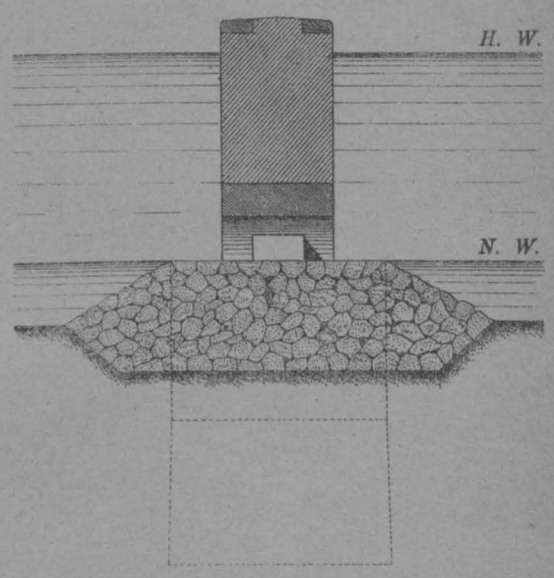
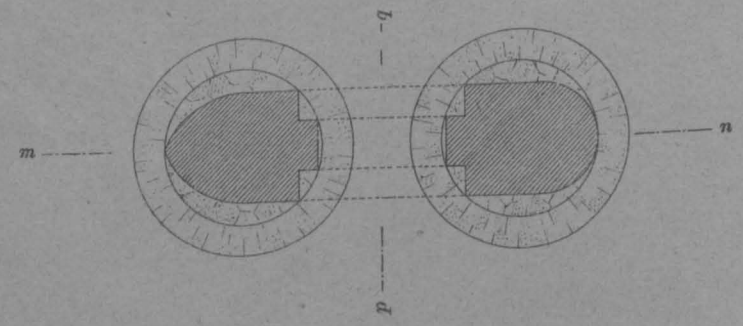


Fig. 11. Schnitt in Niederwasser-Höhe.



Brunnenkranz sammt Mantel.

Fig. 12. Schnitt *aa*

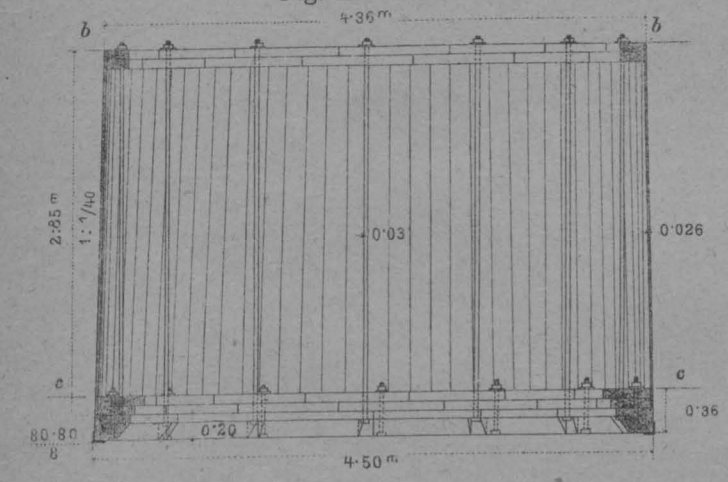
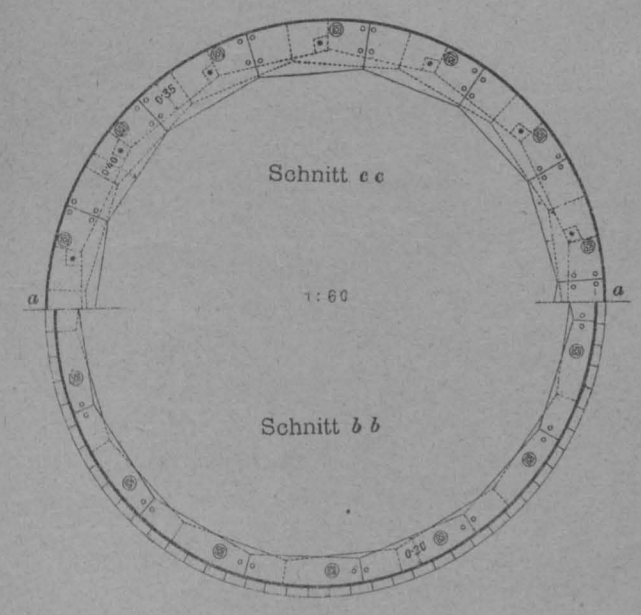
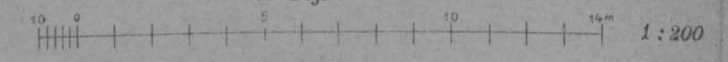


Fig. 13.

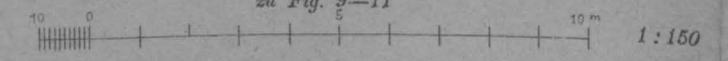


Maassstäbe

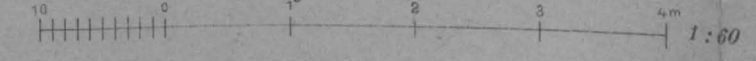
zu Fig. 1—8



zu Fig. 9—11



zu Fig. 12 und 13



GALIZISCHE TRANSVERSALBAHN.

Aufnahmsgebäude in den Stationen Skawina und Kalwarya.

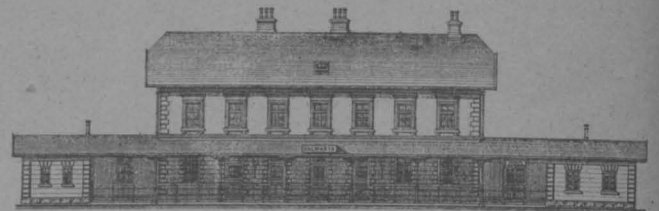
Strassenseitige Ansicht.



Seiten-Ansicht.

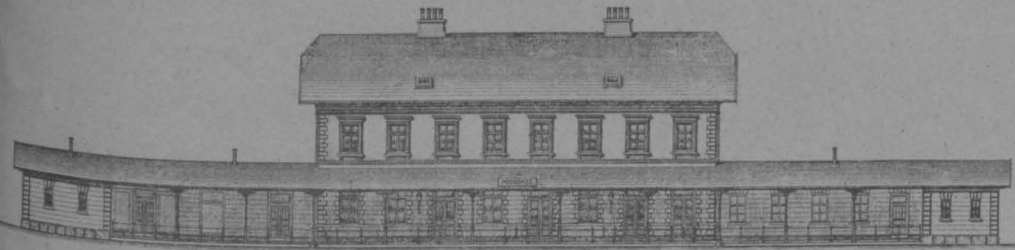


Bahnseitige Ansicht.

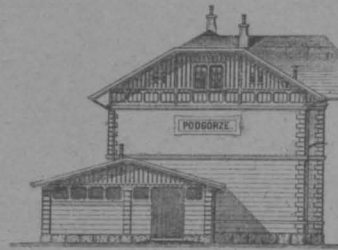


Aufnahmsgebäude in der Station Podgorze.

Bahnseitige Ansicht.



Seiten-Ansicht.



Einfaches Wächterhaus.

Bahnseitige - Längen-
Ansicht.

Aufnahmsgebäude

in den Stationen Zator und Brzeznicza,

Wegierska Gorka, Milówka, Skawce u. Wola Radziszowka.

Bahnseitige Ansicht.



Giebel-Ansicht.



Strassenseitige Ansicht.



Giebel-Ansicht.

Wohngebäude für Beamte
in den
Stationen Skawina und Oswiecim.

Strassenseitige Ansicht

Wasserstations-Gebäude
sammt Anbau.

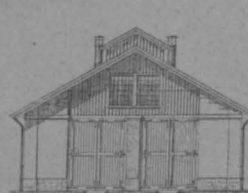
Seiten-Ansicht



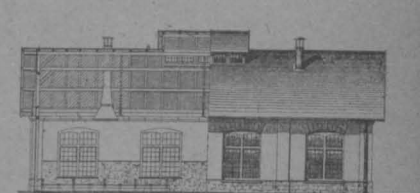
Bahnseitige Ansicht



Giebel-Ansicht

Locomotiv-Remise
für 4 Maschinen.

Längen-Schnitt



Längen-Ansicht

Güterschuppen.

Längen-Ansicht



Seiten-Ansicht



Längen-Ansicht Längenschnitt



Giebel-Ansicht



Kohlenschuppen.

Giebel-Ansicht



Doppeltes Wächterhaus.

Bahnseitige Ansicht

